

目次：

- 操船點線面 - 1 航行事故分析：
- 操船點線面 - 2 操船是藝術與技術的結合
- 操船點線面 - 3 誰的操船是最好？
- 操船點線面 - 4 迴旋支點 - 轉心
- 操船點線面 - 5 迴轉的三階段
- 操船點線面 - 6 快穩住船身的迴轉
- 操船點線面 - 7 船上的迴旋支點，並不是在固定位置
- 操船點線面 - 8 轉心位置不同，造成迴轉困難
- 操船點線面 - 9 操船面：綜合轉心與速度向量線的操船。
- 操船點線面 - 10 停平靠
- 操船點線面 - 11 慢速操船：預留舵效
- 操船點線面 - 12 前進慣性：新的挑戰
- 操船點線面 - 13 強風急流進基隆港
- 操船點線面 - 14 荒天自行進入防波堤注意事項
- 操船點線面 - 15 進入防波堤前的速度
- 操船點線面 - 16 迴轉半徑的控制
- 操船點線面 - 17 順流調頭進靠碼頭
- 操船點線面 - 18 港內操船第一要素 船位配合天時
- 操船點線面 - 19 港內操船第二要素 迴轉速率配合人和
- 操船點線面 - 20 港內操船第三要素 迴轉速率配合地利
- 操船點線面 - 21 碼頭的走向是幾度？
- 操船點線面 - 22 水下因素：岸推力與淺水
- 操船點線面 - 23 迴船池的迴轉，迴轉速率又是多少呢？
- 操船點線面 - 24 拖船的運用
- 操船點線面 - 25 進港的第一階段，進堤口
- 操船點線面 - 26 進港的第二階段，減速減速
- 操船點線面 - 27 進港全彩圖
- 操船點線面 - 28 攏/離岸風靠碼頭
- 操船點線面 - 29 倒俾航行
- 操船點線面 - 30 河道航行
- 操船點線面 - 31 轉向時如何使用平行指標線
- 操船點線面 - 32 使用平行指標線檢查浮標位置
- 操船點線面 - 33 迴轉後的橫靠速度
- 操船點線面 - 34 超大型貨櫃船船舶的特點
- 操船點線面 - 35 超大型貨櫃船舶的靠、離泊操縱
- 操船點線面 - 36 超大型貨櫃船舶的錨泊操縱
- 操船點線面 - 37 船頭浪與船尾浪的損害

2 操船點線面 - 38 河道航行的碰撞位置：迎艏正遇

操船點線面 - 39 台北港與超大型貨櫃船操縱

操船點線面 - 40 超大型貨櫃船擱淺實例

操船點線面 - 41 應急操船：滿舵迴轉

操船點線面 - 42 應急操船：循環舵

操船點線面 - 43 應急操船：人員落水

操船點線面 - 44 無風無流的港口

操船點線面 - 45 順風順流開尾離泊

台北港與超大型貨櫃船操縱

操船點線面 - 1 航行事故分析：

甲板索賠幾乎總是植根於個人的誤判，誤解，缺乏溝通或能力。

1. 在迴旋支點和迴轉特性的經驗 / 知識有限
2. 避碰時，處理他船的安全距離是一個問題
3. 風和水流的影響估計 經驗有限
4. 涉及導航和幾個拖船的運用，沒有培訓處理複雜情況

有限的經驗和知識，造成判斷失誤，缺乏及早積極行動。

做一個船長，是否就像老船員所說的，第一次下錨的時候，比較緊張。那一聲 LET GO 叫不出口，下過一次錨以後，就不成問題了。操船是不是就像是講師講的，船長只要會去接領港與下錨，就可以了。接領港與下錨，都是直線操作，直直開過去，依序減速，減到領港可以上來的速度，就把一切工作，都交給領港就好。

上面的總結是保險公司做的結論，第一個提到的就是，船長對於船隻迴轉性能的不夠了解，導致的事故。可見船長的工作如果只會開直線，不會轉向，掉頭，迴轉就是事故的成因之一。本世紀最昂貴的海難，Costa Concordia 就是如此，偏偏懂得人還真不多，真讓人難以相信，不過這卻是事實。

就筆者本人來說，迴旋支點是在十幾年前，到國外去受訓兩個禮拜，天天操作模擬機，只有一個科目，就是倒車航行，結果苦練了兩個禮拜，船都倒不出來，所以現在的船長，如果能夠倒車航行，就比我當年強的多了。結果回國以後，又苦讀兩個月，對如何倒車航行，仍然百思不得其解。最後只有敬備薄禮，前往拜師學藝。前輩的教導是，現在有兩派人馬，肌肉派是不管任何操作離靠，東南西北風，順流頂流，就是紮好馬步，前後拖船輪流頂，耐心推。因為幾個世紀前的操船，唯一注重的，就是船隻擺放的位置，方向與角度，為甚麼如此擺放？關係到不可抗力，風力與流水對船隻的作用，要配合大自然的力量來操船。

另外一派就投機取巧，會看迴旋支點(轉心)，知道船隻的支點在哪裡？利用迴旋支點的變化？來調整船頭船尾的進靠力臂大小。那個時候，我已經是航行將近 10 年的船員，根本就沒聽過，什麼叫做迴旋支點 PP: Point of Pivot 轉心，這就是操船的點。這是變化不定的點，船隻的速度，船隻的前進/後退速度，都會改變船隻迴旋支點的位置？

操船的線，當然就是對地的速度向量線 Speed Vector over Ground。這也是又過了 15 年以

後，有了電子海圖與 AIS，對船隻的迴轉原理，有相當的研究以後，才了解其中的奧妙。至於速度向量線的變化，是新型船隻出現與大型化以後，這三四年才有比較深刻的了解，速度向量線的大小變化？是操船，尤其是港區內操船成敗的關鍵。

第三個操船的面，是船隻迴轉後，所掃過的面，或是需要的迴轉面積或是橫距，這些都是後話，那我們就從頭一一開始鋪陳前進。

操船點線面 - 2 操船是藝術與技術的結合

Shiphandling is a combination of art and skill.

• The “art” is how to reserve the space for maneuvering.

• 操船的藝術，要能從容瀟灑，懂得利用天時地利，預留下風，自然完成任務。

The “skill” is how to use the resources for maneuvering.

操船的技術，要去除人為的疑問，才不會由不確定而產生恐懼與壓力。

Knowledge -> training -> experience -> skills -> Instinct - Art

知識 -> 記憶 -> 技術 -> 經驗 -> 直覺 -> 藝術

1、大型集裝箱船舶吃水深、慣性大，降速緩慢，需要提早減車降速；

- 一般集裝箱船舶在無風無流、水深吃水比 $H/D > 1.2$ 的條件下停車淌航，**每降速一節，大致滑行 1.5~2 倍船長。**（圖 1：每降速一節，大致滑行 1.5~2 倍船長）
- 同一尺度的集裝箱船舶，輕載、高速時，該資料趨近於 1.5，而滿載時，該數據趨近於 2.0，而後隨著速度的降低，略大於 2.0；
- 另外，對於船體汙底嚴重的船舶，該資料可能小於 1.5，甚至到達 1，而剛出塢的船舶，該資料可能略大於 2.0；
- 某些集裝箱船舶，船長不大，但是船寬偏大，吃水也較深，方形係數較大，類似於重載散貨船舶，這種船舶滑行距離可能達到 2.5 倍船長。（這可能是本公司的 1 萬 3 千 TEU 的新船）

船長可以利用港外錨地拋錨或漂航候泊的機會，測出比較準確的停車滑行距離，作為減車時機的參考。

應用循環滿舵法降速：

通常在 7~8 節時第一次停車，R.P.M 有可能需要 2~3 分鐘才能歸零，開不出倒車，或者開出倒車需要消耗大量的驅動空氣。可用左右滿舵來阻擋螺旋槳尾流，使 R.P.M 快速歸零，同時，利用舵葉增加阻力，達到快速降速的目的。

通常右旋螺旋槳船舶，應先用左滿舵，而左旋螺旋槳船舶，**等船舶開始偏轉時，立即回舵反向滿舵**，如此經過幾輪操作後，R.P.M 將快速歸零，餘速也能大幅下降。當 R.P.M 歸零時，即可使用倒車降速。（圖 2：循環滿舵法）

2、大型船舶應舵慢，轉向困難，穩舵困難。需要掌握好提前量，轉向時應先用大舵角（滿舵），如有必要，甚至需要加車以提高舵效（加速迴轉），待船舶開始轉動再視旋轉速率減小舵

角，早回舵早壓舵。

3、在轉向過程中，要特別注意因船體外移，而佔據更多的水域，造成船尾迫近他船或礙航物（甩尾）。

4、在受大風強流影响的航段，特別是灣頭航段，要注意搶佔上風上水的有利船位，為安全轉向創造有利條件。（保持轉心在航道中心上）

上駕駛台的第一件事，就是檢查風水的大小與方向，這是不可抗力，是天時：（預測轉向的難易）這是 SOP 標準作業程序，有的人說，我的技術好，3 級風 5 級風去靠碼頭，都不成問題，那 4 級風 5 級風呢？7 級風 8 級風呢？就算你是全國第一把交椅，颱風，你就不能操船了罷。沒有檢查風水，

1. 誰知道 今天的風水順不順？不可抗力在哪裡？會不會成問題？
2. 誰知道 船位要怎麼擺，才能留白？君不見，以前整本操船書，都是把風水，標的清清楚楚，作為操船的依據。
3. 誰知道 等一下預測轉向時，會不會成問題？

對迴轉特性的經驗 / 知識有限

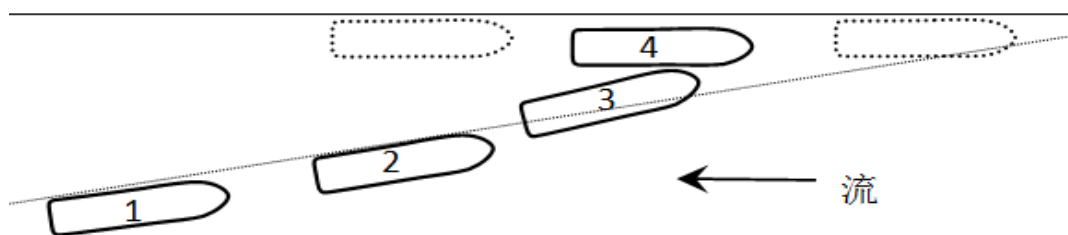
請看圖 4：預測迴轉速率，本船（紅色）要先左轉再右轉，你知道 等一下，向左轉比較快？還是向右轉比較快？

這樣講好像不痛不癢，那就換一種講法，等一下，向左轉會轉不動？還是向右轉會轉不動？如果轉的不好，就會撞橋墩，結果右轉太慢，撞了橋墩，船長當場被扣留問案，開庭審理，兩年限制出境，不知道是否還有薪水可以領？當然真正的原因是，電子海圖的資料誤判，造成撞擊。這裡只是舉例，感受一下。

上面就是 Cosco Busan 的案件，當年的檢討都是轉向太慢，現在我們知道，這就是所謂的動量太大，雖然船艏向已經轉過去，但是船身繼續往外舷偏出去。這就是領港說的，要注意 COG Course Over Ground 的速度向量。

1. 同樣的流水，角度不對， 等一下靠碼頭時，會變成攏岸流，還是離岸流？

要能利用風力流水，就要先知道風往哪裡吹？配合風水，製作的靠泊計畫如下，圖 5 橫風前進



图九

5 這不是笑話，現在的大船，就是帆船，而且是帆落不下來的帆船。這就是台北港領港說的，前後纜繩一解開，船就往前跑，要用 DEAD SLOW ASTERN 才拉的住，原因在此，要知道轉心作用於船尾，造成船隻前進，才能敬畏大自然的不可抗力，配合上帝操船，自然就不會有危險。

1、大型集裝箱船舶吃水深、慣性大，降速緩慢，需要提早減車降速；

一般集裝箱船舶在無風無流、水深吃水比 $H/D > 1.2$ 的條件下停車淌航，每降速一節，大致滑行 1.5~2 倍船長。這是說停車淌航，船隻的餘速降低。

操船的變數，可以分為，人和，地利，天時

人和； Forces at hands 船上人員，可以控制的力量

Propeller 主機

Rudder 舵角

Bow Thruster 船首推進器

Anchors 船錨

Tugs 拖船

Lines 船纜

Forces to be aware Always 因地點不同，要經常變化的力量：

地利: Situation Awareness

Approaching Speed 進靠速度

Speed Over Ground SOG 對地速度

Lateral Motion 船隻的側運動

UKC 船底下水深

Pivot Point 迴旋支點

Turning Rate 迴旋速率

Turning Direction 迴旋方向

Drifting angle 漂流角

Slow Steaming 慢速操船

Shallow Water Effects 淺水效應

Bank Cushion/Suction 岸推力/岸吸力

Passing Ship Effects 交互作用

天時: Forces Majeure to be use 因不同的天候，產生的不可抗力：

Wind 風力

Current 水流

Tide 潮汐

這些變數，雖然無一不缺，但也不是同時作用，所謂的隨時在變，時時在變，要能掌握正確的時機，就很重要。甚麼時候要注意甚麼？要有一套標準操作程序，這是人為因素裏，所談到的短期記憶有限，在航空業，標準操作程序就非常明確，雖然不盡然全對，但是已經把應該要注意的東西，都包括進去了。

我們可以說，每一個領港都有一套自己的標準操作程序 SOP，貓一套，狗一套，很不幸，不見

6 得全對，就算 SOP 全對，實務上，還是有可能看到領港疏忽的地方。

操船點線面 - 3 誰的操船是最好？

Who is the best ship handler?

Captain Edward John Smith

"I had been with him many years, off and on, in the mail boats, Majestic, mainly, and it was an education to see him con his own ship up through the intricate channels entering New York at full speed. One particularly bad corner, known as the South-West Spit, used to make us fairly flush with pride as he swung her round, judging his distances to a nicety; she heeling over to the helm with only a matter of feet to spare between each end of the ship and the banks."

愛德華 約翰·史密斯 / 鐵達尼號船長

"“我一直跟著他很多年了，斷斷續續，大部分，是在雄偉型郵船上，看他操縱自己的船，對我們是一種教育，全速逆流向上，進入紐約錯綜複雜的航道。在一個特別不好操縱的角落，被稱為西南尖，向來使我們相當自豪與興奮，當他將她(船)繞過去，以準確判斷的距離；掌握她的舵角，配合船舶橫傾的過彎，在船頭船尾與陸地間，以幾呎的距離剛剛好閃過“。

以前航海生涯的操船，都是師徒制的，沒有學院式的教育。每個上了船的人，都是從服務生開始做，從了解船隻的船頭船尾，洗住艙，洗甲板，然後由船長從裡面挑選頭腦好，反應快，可以培養的人，來做自己的接班人。當然認識字，也是其中很重要的一環，其他就是看個人的能力如何？一百多年前的船隻，是沒有現代化的儀器，沒有雷達，沒有 GPS，也沒有都卜勒測速，所有的一切操船，需要注意的變數，都是由船長一個人在控制，在感覺，在判斷。所以這是一個長期培養的過程，鐵達尼號不是沉在港裡面，他的操船技術，是不受天候的影響，也不受漲退潮的限制。那時候，甚至沒有很完善的天氣預測系統，所有的一切都是憑感覺來決定。現在的操船，沒有辦法這樣子訓練，也沒有人願意這樣口傳心授，一切都只能由書本上面來摸索，如果連書都不讀了，就是亂槍打鳥憑運氣，不足為取。

操船點線面 - 4 迴旋支點 - 轉心

Pivot Point 迴旋支點 - 轉心是一個想像的點，與船隻的迴轉速率一樣，它在船上的位置是隨時在變，時時在變，對我們船長來說，想像它最密切的關聯，就是以本船的 SOG Speed Vector Over Ground 對地速度向量來判斷，

對地速度向量向前，迴旋支點在前，

對地速度向量向後，迴旋支點在後，

對地速度向量向前越小，迴旋支點在越前面，

對地速度向量向後越小，迴旋支點在越後面，

最應該注意的時候，就是船隻剛剛由前進到後退，或後退到前進的時候，迴旋支點的位置，變化最大，距離最遠，往往這就是靠碼頭的時候，船身本來要靠上了，卻又退出來的關鍵，就是轉心的變化。換句領港說的，就是要注意對地速度向量的變化。

迴轉力量變化的關鍵是

- First is forward momentum of the ship 首先是船前進的動量
- Second is water resistance to forward momentum, created by the water ahead of the ship. 其次，由船頭前面的水壓，創造的縱向前進阻力。
- Thirdly, drag force create by rudder plate and ship' s hull 第三是由舵板與船體產生的橫向阻力。
- These three forces must ultimately strike a balance and the pivot point moves about. 這幾股力量，最終必須取得平衡，迴旋支點就是這些合力為零的點，在迴旋支點的地方，阻力，動力與橫向力相互抵銷，阻力等於零，橫向力等於零，動力也等於零。
- the pivot point will be approximately $1/4 L$ from forward.

剛進車時，迴旋支點由船中移動到船頭，因為剛動車，水流阻力比較小，動量大於阻力，迴旋支點被推在前面，約為 $1/8$ 船長的地方。圖 6 進車迴轉:是本船已有相當的前進速度，所以水流阻力變大，將迴旋支點往後推，退到約為 $1/4$ 船長的地方。

圖 7 倒車迴轉: 倒車時，迴旋支點將在船尾，因為阻力在後面，剛倒車時，水流阻力比較小，迴旋支點在後面，約為 $1/8$ 船長的地方。等到本船已有相當的前進速度，水流阻力變大，迴旋支點往前進，從船尾算過來，約為 $1/4$ 船長的地方。

事實上，任何的力量，如風力，水流、舵力、船纜、拖船等等，都會影響到迴旋支點的位置。這樣子就很難判斷大概是在哪裡？所以就以船隻的對地速度向量(代表合力)，來判斷迴旋支點的位置。知道船隻的轉心以後，就知道其他的附加力量；風力、水流、舵力、船纜、拖船等等，對迴旋支點可能產生的作用。

因為迴旋支點不是一個固定的點，他只是各種力量消長，所產生的一個想像位置。假設船隻靜止狀態的時候，因為沒有主機的動力，所以水流的阻力，大部分是與風力在做抵抗。所以在某一個點上面，因為風力產生的迴轉力距與船底下水流所產生的阻力為零的地方，就是停車時候的迴旋支點。圖 8 停車迴轉: 風力與阻力的作用不在同一個點上，船隻就會迴轉，直到風力與阻力的作用相抵消，船隻就會穩定在一個方向不動。

圖 8-1 以速度向量來估計轉心的位置，要決定轉心的位置，並不容易，我們只知道，進車時在前，倒車時在後，所以用本船的對地速度向量線來估計轉心的位置，以便做操船的計畫，同樣的道理，如果我們需要轉心在船頭的時候，例如要用拖船開艤時，如果轉心在前，迴轉力距就大於轉心在船艤的時候，此時船長必須確認，本船具有前進速度，轉心才會移到船頭；如果我們需要轉心在船艤的時候，船長必須確認，本船具有後退速度。轉心要在船頭還是船尾，就像前進與後退速度一樣，不是隨時可得，只有仔細的規劃，在船隻微速前進或後退時，方可依照我們的希望存在。

迴轉的第一與第二階段，舵板與船體的橫向推力，方向相反
操船點線面 - 5 迴轉的三階段

1. 迴轉的第一階段，舵板工作

轉舵位置 Wheel Over Position: Wheel-over point is a point where the rudder is put over while considering the distance to the new course and the ship's turning characteristics. 船隻必須將舵板放到需要舵角的位置。轉舵位置是在海圖上所畫的轉向點之前 1.5 到 2 倍船長距離的位置。

在這第一階段，因為舵板與水流的方向，成了一個角度，擋住螺旋槳的排出流，跟船體下面的水流，所以在船尾會產生橫向的推力，橫向推著本船的船尾。

在圖 9 迴轉的第一與第二階段上，我們可以看到水流在舵板上有兩種力量，在舵板前面的水流，直接推在舵板上面，產生高壓的推力，在舵板後面的水流，被舵板阻擋了，造成部分的真空，產生低壓吸力，所以水流快速流入補充，因為舵板後面的水壓，比舵板前面高壓水壓低很多，兩邊的壓力差，造成舵板橫向移動，也就對船尾產生橫向推力。

舵板的面積比較於船邊的側面積，只有 3%到 5%，利用這麼小一片的舵板，在船尾水線下，就能使整條船的船體轉動，這真是一個奇蹟，但是它卻是真實的發生，而且是實際可用的。

舵板的側推力是累積性的，從開始轉舵的位置，越向前進航行，舵板的側壓力呢，就慢慢累積得越來越大，它需要一些時間跟距離(1 分鐘或 1.5 倍船長)，來累積足夠的橫向動量，在船尾產生作用。

當船尾開始橫向移動時，船頭並沒有受到影響，舵板作用在船尾，船頭只會留在原來的航向線上。舵的側推力，將船尾從船隻原來的航線上推開，但是船頭沒有側推力，仍然沿著原來的航線前進，俗話說的：轉彎先甩尾，尾動頭不動。

舵板上的側壓力，工作在船尾需要的距離是 1.5 到 2 倍船長的距離來做動，然後第二種力，水流的阻力，慢慢加大，加入船隻迴轉的作用。

在第一階段，船頭兩邊水流平衡，不受力，不會離開原始的航線，只有船尾會慢慢離開原始的航線(俗話的甩尾)，本來平正的船身，被船尾水下的舵板外推，造成整條船的前後中線，改變 10 到 15 度，與用舵角一方的傾側(先內傾)，一旦本船的中線跟原來的航向不一樣，水流在船體兩邊的流量就不一樣，船體兩邊的水壓，就不平衡。Rate of Turn 迴轉速率在第一階段是緩慢增加。

第二階段：舵力，慣性，推力與水流阻力

進入船隻迴轉的第二階段:船體兩邊的水壓，就不平衡，作用就像反方向第二面巨大的舵版

外舷的船頭，面對前面來的水流，會有比較多的水壓與阻力，為高壓區，將船頭推離原來的航向(水流阻力工作)。

內舷船尾掃過海面，因為前面來的水流被船體阻擋，船體背面又有海水的吸力，就像舵板一樣，船身產生橫向速度，船隻開始橫向移動。但是水流的阻力與吸力，尚未抵銷前進的慣性與螺旋槳的推力，船隻繼續迴轉與前進。但是船隻前進的速度，慢慢被水流阻力抵銷。

在第二階段，船體總共有四種力共同作用，水流阻力/慣性/俥力/舵力。

第一階段的迴轉，經常在人員落水的操演中使用，使用滿舵，目的是要將船尾，從人員落水的一側推開。第二階段船尾舵板被水流的阻力往外舷推，加上船體前進的慣性與螺旋槳

的推力在轉心之後向前推，使船尾向外舷甩，船頭被水流的阻力，在轉心之前往後推，使得船頭向內舷偏轉，這四種力量在船體上作用，有一個平衡點，這就是他的迴旋支點，在這裡所有的左右的側推力都為零，迴旋支點在原來的船中線上，在轉心之前作用的水流的阻力比較大，船頭被壓向內舷迴轉，迴旋支點之後的是慣性/偉力/舵力，使船尾向外舷甩。

在第二階段迴轉的時候，因為水流在船隻的兩側漸漸平衡，舵板的角度，與原來航向的交角變小，與船速的降低，造成舵板的橫向推力減少：

船頭水流的阻力增加，推動迴旋支點由船頭往後移動，船頭往迴旋的內側移動，加速船隻的迴轉。因為船體沿原來航線的方向前進，與迴轉方向的漂流角 drift angle 越來越大。

船體巨大的動量與螺旋槳，在轉心之後，推動船舳跟船尾向前，這是第二階段迴轉的主導力量，相較於船頭水流的阻力。

在第二階段船隻的船體，看像一塊大的舵板在水中擋水。但是只有在迴旋支點前的船頭在擋水，在迴旋支點後的船尾，卻是往前衝(甩尾)，船體的作用力與船尾的舵板並不一樣。

舵板並沒有推動整條船向前的動量，它只有擋水的作用。

船隻的動量卻能推動船體向前，往轉向的外側移動，抵抗著水流的阻力，並加速船隻的迴轉。

船隻的動量向前，是大於向後的水流阻力，所以在第二階段，迴轉的加速度快速增加，比第一階段，只有舵板的工作來的強。Rate of Turn 迴轉速率在第二階段加速。

當迴轉在第二階段，開始加速度的時候，船頭離開了他的原始航線，因為水流阻力把他推開。但是船體跟船尾還在原來的航線上，因為船隻巨大的長度跟寬度(船隻的長度可能達到400米長，寬度可能達到60米。)，在這一個階段船尾，還是沒有辦法離開原來的航線。在這一個階段是俗話說的：擺頭不甩尾，或是頭動尾不動。

第二階段需要另外的1.5到2倍的本船的長度，才能完成他的工作。

船隻迴轉的第三階段，水流阻力大約等於慣性與推力。

在第三階段，這四種力也許可能取得短暫的平衡，船隻進入定速迴轉的階段，轉心位置不變。或是水流阻力大於推力，造成迴轉繼續加快，轉心繼續後退。

水流阻力在船頭增加，是因為船首向與原來的航向角度變大，船體側面擋水面積變大，增加了水流的阻力，推動迴旋支點向後移動，造成船頭往後4分之1船長的側面，都承受了更大水流阻力的部分。

船隻的動量在迴轉時，慢慢減少，因為船隻的速度，被水流阻力所降低。

舵板上工作的力量，也降低了，因為船隻的轉向，減少了舵板與水流的角度。

螺旋槳的推力，在定速迴轉時是沒有變化，只是相對於其他的力，可能相對變小。

船隻迴轉的四種合力，在第三階段可能會穩定一陣子，如果我們有一條方向穩定性的船隻，迴轉力矩很快就相互抵消，進入定速迴轉。這在水下阻力小的船隻，如同貨櫃船一樣，比較可能發生，方向穩定性的船隻，因為流線型，又叫做尖船。

有些船隻的流水阻力，永遠大於船隻的原始動量，例如一些大型散裝船或是超級油輪，迴轉速率永遠也無法穩定，只會不停的加快，方向不穩定的船隻，我們又叫做圓船。

船隻的迴轉持續，船尾最後終於離開了原來的航向線，而往轉向的一邊移動，這才進入迴轉的第三階段。迴轉要進入第三階段，本船的轉向避碰，才具有實質的作用。第三階段的

迴轉，也需要額外的 1.5 到 2 倍本船的距離來完成。

一個完整的迴轉，也許需要 6 到 7 倍本船的長度來完成，如果我們沒有使用滿舵，來啟動迴轉的動作。碰撞危機永遠都是，在我們現在的船首向上，如果本船的船頭，船身跟船尾，沒有辦法離開原來的航線，我們就沒辦法解除碰撞危機。

此時我們就沒辦法避免碰撞，即使本船全部的船體，都離開了原航線，目標船在向本輪接近的過程中，他的船體也可能佔有 300 公尺的空間。所以在本船船體的兩側，我們需要額外的 300 和 400 公尺的正橫距離（在迴轉的第三階段才會發生），來遠離所有的碰撞危機。這就是為什麼，3 分鐘的速度向量線設定，是避免碰撞最小的需求。

我們能夠檢查圖 10，就可以看出一條大船，可能需要到一海浬的前進距離，才能夠完成迴轉，對 20 節速度的船隻而言，3 分鐘的路程就是一海浬。

圖 10 2,500 到 14,500 TEU 大小的貨櫃船使用滿舵迴轉，這是模擬機的資料，我們可以看出大小船隻，大約在 3.5 倍船長的前進距離(進距)下，可以完成 90 度的迴轉，由圖上可以說是大船大轉，小船小轉。左轉比右轉快，這是因為固定螺旋槳一般都是順時鐘向右轉，產生的橫向推力，不過在進車時不明顯，所以我們沒有加入討論。

圖 11 同一船隻在不同舵角的迴轉：滿舵用 3.5 倍船長就可以完成迴轉，在圖 9 我們卻用了 5, 6 倍船長才完成，這是因為使用了不同的舵角。圖 10 與圖 11 都是模擬機的軌跡，與圖 11 左邊船隻在第一階段迴轉的軌跡，有所出入。

船隻在第三階段的迴轉

想像當值船副發現在正船頭有一個浮標，他想向右舷轉向。如果船頭船尾，全部的船體，沒有離開原始的航線，避讓的行動就沒有效果。

迴轉的第一階段，船隻的船尾往外甩，離開我們要前往的那一側，船頭仍然在原來的航線上，如果此時撞上浮標，一定是撞到船頭，也就是在迴轉的第一階段，撞船頭。

在第二階段，船體前方的水流產生阻力，船頭被推離開原來航線，船尾由外側回到迴轉的內側，如果此時撞上浮標，一定是撞到船尾，也就是在迴轉的第二階段，撞船尾。。

在第三階段，船頭的阻力向內推，跟船尾的動量向外推，造成船頭的漂流角，就是船體前進的方向跟船艏向的方向不一樣的角度，漂流角越大，迴轉速率越高，這在電子海圖上，提共了一個圖形的直覺，迴轉速率太高。船隻可能失控，此是後話。

船隻的迴轉，就像是高速的汽車在甩尾，前面的輪子吃到地面的阻力（要一腳踩煞車），原來的動量向前衝，造成後輪失去抓地力（另一腳要踩油門，所以要用後輪驅動的跑車來練），一煞一衝，產生的扭力，使得汽車迴轉，彷彿在地面上漂移。船隻在海中的迴轉，也是同樣的道理，船頭受到水流的阻力，船尾受到船體的動量向前，就讓船隻在水中漂移，加速迴轉，如果沒有第二階段水流的阻力，就無法甩尾，產生加速迴轉。所以要加速迴轉，一定要用滿舵加快第一階段船尾的偏移。

從圖 11 同一船隻在不同舵角的迴轉中，我們看到不同大小的貨櫃船，使用滿舵迴轉後的迴旋曲線，他的進距，主要是由它船隻的全長決定，當然船隻的肥瘦係數，吃水，水深等等，也有一些影響。最近的研究顯示，船隻迴轉半徑跟他原始的船速無關。這代表船的迴轉曲線，

幾乎是由船隻的水下體積來決定的，如果我們使用同樣的舵角來開始迴轉，迴轉半徑與用全速或是慢速開始迴轉無關，但是迴轉完成的時間，會比較快。

這表示船隻在迴轉時，有一套自己的規則，不完全是受到前進速度，也就是動量大小的主導。主要還是船隻設計的船型，水線以下的體積，來決定迴轉的效率。本船原始的速度如果比較高，只有使得迴轉的速度快一點，或是慢一點。但是他在迴轉時的半徑與曲線，需要前進的距離，還是維持固定不變，只有轉的比較快，或是比較慢的差別。

國際海事組織對滿舵迴轉的準則

對於滿舵迴轉的迴轉能力，IMO 的標準是迴旋圈的

戰術直徑必須少於船隻全長的 5 倍，

前進距離，在迴轉 90 度後，應該少於船隻全長的 4.5 倍。

這些準則是在海上試車，空船迴轉時候的規定。

在我們實際的航行中，大約需要 6 到 7 倍本船長度的進距，來完成 90 度的迴轉。進距取決於我們所使用的舵角是多少？

實際的海上，船長最關心的是，轉向後本船與原來航線的正橫距離。在圖 11 的右圖，這項關切是用一個紅色船隻來表示，表示我們需要創造來船全長的正橫距離，來清爽所有的碰撞位置。紅船是用來提醒資深船副，在做船舶避碰時，所需要的正橫距離。如果船隻迴轉需要 6 倍船長的進距，才能產生需要的正橫距離來避碰。對一個 300 米的船隻來說，就是 1800 公尺的前進距離，這就幾乎是一海浬的進距，才能避免碰撞。對一個 400 米的船隻來說，就是 2400 公尺，1.3 海浬的距離。

操船點線面 - 6 快穩住船身的迴轉

要開始船隻的迴轉，需要一到半分鐘的時間跟耐性，等待他開始慢慢甩尾。要將一條船隻的船身，穩定在新航向線上，就要把他迴轉的力量，也要有時間跟耐性，反向操作來達到再一次的平衡。有可能開始迴轉以後，這些迴轉的力量，都變得太強大，本船完全沒有辦法立刻停止它的迴轉。

在這種時候，我們對迴轉就失去了控制，為什麼我們會忽然需要停止船隻的迴轉？我們在啟動迴轉的時候，還有耐性，為甚麼停止迴轉的時候，就會失去耐性，這可能是當值船副，看到新的情勢發生，像是目標船已經改變了航向，與我們的避碰行動衝突，或是本船的位置，已經太接近航行的險阻，或是原來沒問題的目標，忽然變成危險（被本船的速度向量掃過，或是開始迴轉）。

在避碰的概念裡，如果本船的速度向量線，掃過其他船隻的速度向量線，碰撞危機就可能會發生。速度向量線經常都設定，在一定的時間間隔，迴轉的時候，在雷達螢幕上，看到兩條船的速度向量線相交，就是在這設定的時間間隔內，有發生碰撞的可能性。

對一 20 節的船隻，3 分鐘的速度向量線，就是一海浬半徑的進距。如果本船必須向右舷迴轉，本船跟所有右舷的船隻，都可能發生碰撞危機，也就是說，如果本船速度向量線設定是 3 分鐘，本船向右轉的時候，速度向量線與右邊的船隻速度向量線相交，在這 3 分鐘航行的距離內，本船與右邊的這條船，就有碰撞的危險，這是碰撞線(速度向量線)的概念。請看近接

如何修正對地速度向量線

碰撞線的速度向量線，與操船線的對地速度向量線是一樣的線，船隻迴轉後，會產生漂流角，對大型船的操船，產生很大的危險，一般來說，要消除漂流角要靠水流阻力來做工，如果水流阻力不夠，船隻就會失控，例如釜山 Milano Bridge 與 高雄 OOCL Durban 撞碼頭就是如此，因為空船吃水淺，一轉彎就甩尾，卻沒有水流阻力制動，失去剎車。圖 12 如何修正對地速度向量線，

圖一是維持原航速航向，船隻在原航線上的動量，慢慢隨著船隻的位移而消失。

圖二是轉向完後加速前進，新的動量，抵銷船隻原來位移的動量。

圖三是停車淌航，船隻原來位移的動量，隨著停車，成為主導的動量，造成近一步位移。

圖四是循環舵，利用循環滿舵產生不同方向的動量，抵銷漂流角。

在這張圖上，有標示流水的方向，這代表在本船的四種力之外，另外的第五種力，這也可能是拖船或淺水風力其他外力造成，但是處理方法不變。

操船點線面 - 7 船上的迴旋支點，並不是在固定位置

不論有多少不同迴轉的力量，都會在船舫線上的一點，會達到平衡，它不會向左，也不會向右移動，只會沿著船隻的中線前後移動，我們叫 Pivot Point PP 迴旋支點。

迴旋支點的位置，在船上並不是固定的，作用在船身的各種力跟動量，也是隨時在變，基本上，船隻前進時，在迴旋支點之前的力量，是以海水的阻力為主，將船頭往後推，在迴旋支點之後的力量，以本船的動量與螺旋槳推推力為主，推著船體向前。因為現在 GPS 位置精度達到 1 米以內，船船尾的位移，在船隻迴轉時，迴旋支點的位置，變更為清楚。使我們對船隻的操縱，進入到新的學理與學程之中。

船隻在高速的時候，迴旋支點位於船頭往後四分之一或是以前說的三分之一船隻全長的位置。

當船隻剛剛在水中啟動時，水流阻力小，迴旋支點位於船頭往後全長 8 分之 1 的位置。

在圖 13: 從靜止啟動的轉心

單車固定螺距船, 進車螺旋槳右轉。啟動時船速越小, 迴轉力距越遠, 迴轉效果越快。

進車時, 迴旋支點在前, 車舵的迴旋力距大, 用車舵來控制前進的方向。

到車時, 迴旋支點在後, 前陣的迴旋力距大, 用頭車船來控制後退的方向。。

在圖 14 利用不同的進距修正對地速度向量線，穩定在新的航向上表明，在不同的潮汐狀態中，需要不同的進距，不同的迴旋曲線，不同的舵角，如果船員不知變通，船隻就是直接擱淺。這在當地港口是常識，對不知情的人，就是奇談。為何要右轉的船，要先向左轉，才轉的過去。當流水往東北流去時，本船如果要向東北轉向，也就是向下流方向轉向，是困難

的。反之，如果船隻是向西南方轉向，向流水來的方向轉向，向上游轉向是容易的。這個圖形上，迴旋支點並沒有變，但是在有潮汐的水道，潮水會幫助或是減慢船隻的迴轉速率，這個在我們每天當值的大海中，並沒有辦法明顯的感覺到。當船隻在狹窄水道操縱時，會造成額外的困難，尤其是有強大水流影響時，代價就是擱淺，讓本船在轉彎處擱淺。

立刻穩住本船是一個全時性的需求，上圖固然說明了，迴旋支點主要隨著外力在變，同時也顯示船隻的操縱需求，也是隨時在變，能不能變通，也就是你操船的船藝，一艘船操縱穩不穩，船長還要注意船隻的迴轉速率夠不夠？也就是 Rate Of Turn, ROT 船長如果能夠了解多少度的迴轉速率，是本船的極限？一旦迴轉速率超過這個極限，也就是每分鐘轉向超過多少度？本船可能很容易失去控制，產生擱淺與碰撞的危險，尤其是附近有其他目標的時候。如果迴轉速率不夠，經常會撞碼頭，例如釜山 Milano Bridge 與 高雄 OOCL Durban，原因就是第二階段迴轉時的水流阻力不夠。

操船點線面 - 8 轉心位置不同，造成迴轉困難

1. 船隻的主機啟動了以後，這時如果是進車，就會在船頭部位，產生一點點阻力，這時迴旋支點，就會移到船頭附近的位置。
2. 船的主機剛剛啟動的時候，轉數還未建立，前進的力量還不大，這時候水流的阻力也不大，所以迴旋支點，接近在船頭後面船長的 8 分之一處。
3. 要等到船隻的主機出力持續加大，這時船隻受到的水流阻力也變大，迴旋支點就開始往後面退，倒退至船頭後面 4 分之一船長的位置。

請見圖 15，轉心位置不同，造成迴轉困難，

1. 船隻剛剛起錨，此時打左滿舵動車，因為速度剛剛建立，所以水流的阻力也小，剛動車時，迴旋支點在船頭部位，為綠色。用舵的迴轉力距用綠色箭頭代表，剛啟動時最大，如果是船首推進器，又另當別論，因為與迴旋支點太近，此時作用最小。
2. 船隻在慢速前進的時候，因為速度慢，所以水流的阻力也小，此時迴旋支點開始往後退，退到大約船頭後面 8 分之一船長的位置，為藍色。此時的迴轉力距，就比剛啟動的時候要小一些(短 8 分之一船長)。
3. 等到船速建立以後，速度越來越高，其時水流的阻力，越來越大。迴旋支點就被推到更後面的位置，如圖上，是船頭後面四分之一船長的位置，為紅色(短 4 分之一船長)。
4. 以前的研究，迴旋支點是在船頭後面三分之一船長的位置，因為以前都是以全速前進來做的測量，所以認定是在船身長度的三分之一的位置。

以前認定的轉心位置，所以會與現在估計的位置矛盾，主要的原因，就是因為迴旋支點的位置，是隨船速與水流的變化而改變。這是一個很重要的觀念。在起錨掉頭，主機剛啟動的時候，舵角橫向推力作用的迴轉力臂長，力距最大，船隻的迴轉速率就高。等到船首向迴轉超過 90 度以後，船長認為剩下的 90 度，也會迴轉很快，一邊走一邊轉就好了。孰不知在加車前進的時候，隨著主機轉數增加，迴旋支點就持續往後退，迴轉力臂越來越短，迴轉力距就

越來越小，最後甚至可能停止迴轉，轉不動，加上因為水流的方向，並沒有隨著船隻迴轉而改變方向，本來順水的流，轉過 90 度以後，反而變成逆水，造成船隻的碰撞。這個錯誤最大的原因，就是不瞭解迴旋支點與流水方向的變化，認為船隻的迴轉速率，都是固定不變的，而事實卻是迴轉速率越變越小，船隻由快轉，變慢轉，最後不轉變出事。

前面講了進車時迴旋支點的變化，一邊走一邊轉的危險，那要怎麼掉頭，才不會危險？

答案很簡單，先看看怎麼下錨？船隻應該先在錨地外面掉好頭，再直直開過去，減車停車，下錨。圖 16，拋錨掉好頭，再直線前進

這是不是很遜？錯。這是標準操作，尤其是操縱大型船隻 VLCS 時，如果你還不知道，就危險了（圖 17，進航道一邊走一邊轉）。看看前面在 1400 公尺遠的時候，有一個 turning bearing，就要開始用舵的船位，看起來好像是慢慢轉就可以，其實是在 1000 公尺遠的時候（這是軍艦的六倍船長），就要轉到最後的方向，船隻的慣性會繼續向南滑行，到距離 800 公尺遠的地方，還在航線上，才是真正進入航道。要檢查船隻的航路，是否進入正確航路，可以採用平行游標 parallel index 的方法來確認。（在近接避碰裡有說明）

我們再看看原來起錨調頭的操作，應該要如何修正？（圖 18，起錨掉好頭再走）

1. 船隻剛剛起錨，此時可以使用船首推進器，先建立船頭調頭的力距，因為此時沒有船速，迴旋支點在船艙部位，等到船頭開始左轉，打左滿舵動車，因為速度剛剛建立，所以水流的阻力也小，這時迴旋支點移到船頭部位，舵的迴轉力距，用綠色箭頭代表，剛啟動時最大，此時前進距離短，迴轉速率大，應該善加利用沒有船速的優點，大車大舵，kick ahead，加速迴轉，用車時間不宜過久，保持低速，盡量在原地掉頭，必要時到車，避免產生船隻的前進慣性。
2. 船隻在慢速前進的時候，因為速度慢，所以水流的阻力也小，此時的迴旋支點就在船頭後面 8 分之一船長的位置，為藍色。此時注意用車不要太大太久，預留舵效，盡量用滿舵，不要回舵，先停車再回舵。
3. 慢速前進時，還需要一種能力，就是能夠利用電子海圖查看，注意對地速度向量的控制，隨時調整航向與車速。

操船點線面-9 操船面：綜合轉心與速度向量線的操船。

操船面：是港內水域或可航水域的邊界所圍成的結界，人只有兩隻眼睛，能看出一度空間的前後距離的立體感就不錯了，很多人還是視而不見，對於二度空間的左右餘裕距離，除非有第三隻眼，才能一眼看的出來，要培養操船面的直覺，補救之道就是利用方法，以一度空間的線索來預測其他二度空間的相對位置，我女兒花了 80 萬買了新車，不會倒車入庫，要靠車邊的四隻雷達來入庫，就要一次看四個螢幕，並沒有比較輕鬆，要學倒車入庫，就要從倒車出庫開始研究，先坐進停好在車庫裡面的駕駛座，看看前後左右的距離，看不出名堂，就要做記號，跟考駕照一樣，照後鏡對那裡？後車窗對那裡？不記得沒關係，下車在車庫的牆壁上做記號，照後鏡對牆壁這一條線，引擎蓋對前面牆壁這一條線，雖然操作要求是，前後左右的空間都要剛好，實際操作時只要看兩邊，前面與左邊，這兩邊控制好了，後面與右邊，就不成問題，因為車庫與車體的大小，不會

變，只要知道左邊與前面的正確距離是多少？其他就不成問題。

操船面的控制，同樣是以控制轉心與速度向量線來控制操船，圖 19 上有五個船位，我們先將河道與碼頭的中線標示出來（這是電子海圖），可以看到因為船隻的大型化，本船長度對河道與航道，相對的長寬比例就變小，如果不能控制本船的轉心於預定的航路中線，不是船位太近碼頭，就是船位太接近河岸，能夠將轉心控制在河道與航道的中線，就等於是將船位控制好了（這是古典操船的第一要素：控制船位）。轉心在航路中線上，就算船頭船尾不在中線，仍然可以使用舵力前車拖船校正，如果沒有將轉心控制在中線，就要調動到大船的動量，產生橫向的對地速度向量來調整，這是非常困難的操作，沒有前進速度或拖船，要做橫向位移，幾乎不可能，此為後話。

圖 19 控制本船的轉心與速度向量線於中線：雖然圖上有畫東南方來的流水，與船隻的前進方向一樣，造成額外的動量，對我們操船的原理，並沒有影響。

順流在位置一：保持轉心在河道的中線，一倍船長前開始用舵。

順流在位置二：保持轉心在航道的中線前，完成轉向，再來處理轉向後的漂流角，以轉心的位置來決定，如何抵銷船隻轉向橫移的動量，請參考圖 12，

- 轉的慢時加車，快速修正對地的速度向量線，也就是漂流角離開碼頭，此時雖然會超速，後續可以補救，要再加工就不自然，這是技術。
- 轉的快時減車，慢慢修正對地的速度向量線，這是最自然的方法，也是我們前面講的留白，留下可以等待，可以觀察的空間，這是藝術。
- 無前進距離時，要使用循環舵修正，當然有拖船或前車時，也可以使用，這個是高級動作，要有相當的經驗，才能操作

在位置二完成迴轉後，保持轉心在航道中線隻之前，之前多少距離呢？以前是憑感覺，現在是有電子海圖，由圖上看是保持在 1 到 1.5 倍船寬的橫距，這也是為甚麼？停平靠時，要求的橫距是 1 到 1.5 倍船寬的原因。

順流在位置三：穩定航向，維持車速，修正對地速度向量，使對地速度的方向盡快跟隨航道方向、轉心已經超越航道的中線，繼續向碼頭靠近，調整船首向外，這種情形下，應該要檢查迴轉速率，看看船隻的迴轉是否持續向右，或是迴轉速率已經歸零，再決定要使用什麼舵角來維持航向。前面我們說，漂移角越大，迴轉速度越大，由圖上看，應該是迴轉過度，迴轉速度還很大，要用左滿舵車，Kick Ahaed 來穩住航向與船位。

順流在位置四：船頭船尾位置雖然不穩定，轉心維持在中線附近，所以修正船艏向即可。

順流在位置五：轉心，對地向量與迴轉速率，都已經穩定，可以進行慢速操船，或是停車滿航，進行停車靠的操作，

控制本船的轉心於預定的航路上，

如同前面的進入錨地拋錨，大型船的迴轉與前進，不得同時進行，必須分開處理，轉好向再前進，控制本船的迴旋支點於航道的中間，航道如有轉折，需控制迴旋支點沿著航道中線前進。

對照圖形 19 的順流迴轉，將轉心放在中線之前，我們要再參考圖 20 頂流迴轉：控制本船的轉心與速度向量線於中線之上，**順流迴轉快，頂流迴轉慢**，這個要牢記，因為轉心的位置在船頭，順流時船尾的 $\frac{3}{2}$ 船身，被流水往前推，所以會越轉越快，流水幫忙甩尾，越甩越過頭，所以要留白在航道中線之前，頂流時船尾的 $\frac{3}{2}$ 船身，被流水往後推，所以會轉不動，流水幫忙煞車，只有舵效不夠，沒有太多，反而好操船。要大車大舵。順流迴轉速率可能太快，頂流迴轉速率可能太慢，啟動迴轉慢，制動迴轉快

頂流在位置一：保持轉心在河道的中線，等到半個船長前，才開始用舵。

頂流在位置二：保持轉心在航道的中線上，完成轉向，轉向時的漂流角不會太大。轉的慢時加車（迴轉速率不夠），漂流角對著碼頭，加快迴轉速率，此時雖然會超速，後續會自動減速，這是技術。轉的快時回舵（迴轉速率太高，不太可能），減慢迴轉速率，轉心繼續向航道中線前進，船頭會自然上風，減少迴轉速率，留下我們可以觀察等待的空間，這是藝術，無前進距離時，使用循環舵修正，當然有拖船或前車時，也可以使用，這個是高級動作，要有相當的經驗，才能操作

頂流在位置三完成迴轉後，保持轉心在航道中線之上，穩定航向，維持車速，修正對地速度向量，使對地速度的方向盡快跟隨航道方向。

頂流在位置四：轉心，對地向量與迴轉速率，都已經穩定，可以進行慢速操船，或是停車淌航，進行停平靠的操作。

轉心忽前忽後，忽遠忽近，只不過是跑船的常態，跟風力水流的變化一樣，隨時注意核對地速度 SOG，了解它的作用位置，才能輕鬆愉快。再看圖 21 頂流掉頭 變成 頂流掉頭，流水從西南方而來，剛起錨時，本輪順流左轉，流水有利，迴轉快速。等到本船船艏向轉過西南時，流水由船頭而來，船隻等流掉頭迴轉受阻，等到本船要進一步向南轉向時，流水反而不利（變紫色），迴旋圈變大，發生碰撞。

一江春水向東北，她沒有變，變的是船艏向，卻發生變故，有了這一層了解，我們就知道，由西南轉正南的時候，需要保留足夠的迴轉速率備用，預留舵效，就是這個概念？但是**強流水時，再多的迴轉速率都不夠，唯一的解藥，就是原地掉頭，此為後話。**不把流水的方向標出來，我們很難想像，迴轉中船體兩側的受力，竟然如此不同。

操船點線面 - 10 停平靠

公司推行的平、停、靠方式靠泊是非常好的做法，消除了很多潛在風險（比如倒車不來、側推故障、拖輪拖纜故障），即便存在風險，亦有足夠的時間空間去化解，值得大力推崇。但是平、停、靠方式靠泊非常適合於潮流較小、拖輪馬力大、深水港口（ H/D 比較大）。但對於受潮流影響較大、拖輪馬力較小、泊位水深 $H/D < 1.05$ 的港口，操作上相當困難——有可能推不進去！除非雇用很多拖輪。如圖 22 停平靠：或是圖 23 平行靠泊的三階段：

1. 帶好拖船，小角度慢速接近船席外檔；
2. 採取平行靠泊原則，以 1.5~2 倍船寬的橫距，停船於船席外檔；
3. 保持船身與碼頭平行，緩慢的平行移動，貼靠碰墊以 0.3 節以下的橫移速度。
4. 拖船協助靠泊，若船舶有前後速度或拖船推力不均時，會引起船身的偏移。

5. 切勿一邊前進, 又一邊橫移; 嚴格控制船身的前後移動, 盡可能的只有橫移。
6. 若無法保持船身平行貼靠碰墊, 則進靠角度必須控制在 2 度之內, 並盡力不要有船身的前後移動速度。碼頭碰墊較能承受橫向壓力, 但全然受不起縱向衝擊。
7. 碼頭法線方向度數與電羅經誤差, 必須了然於胸。目視觀察船身與碼頭法線的平行時, 會有所謂的「鐵軌效應」, 船身越長越明顯, 越不容易從目視判別船身的平行態勢。
8. 大型貨櫃輪只有 1/3 中段船身為長方形, 其餘艏艉為 V 型結構, 靠泊角度 超過 3 度, 即有碰觸岸上橋式機或碼頭水泥結構的危險, 且在高潮或吃水 越淺時, 越容易發生碰觸危險。

船舶餘速的控制

1. 接近碼頭的船速控制, 在舵效能夠保持航向的情況下, 船速越低越好, 以縮短因倒車橫力造成船舶向失控的時間。
2. 依據 Ship Manoeuvring Principles and Pilotage 的建議, 在船速 5 節以下使用倒車是屬安全操作, 且 可在 5 倍的船長距離內, 用倒車將船停止。以 8000TEU 船/長 330 米為例, 距離碼頭 1 哩(5.6 倍船長)的船速不應超過 5 節。
3. 一般在進靠碼頭的時候, 船速的控制是在一倍船長的距離, 保持減速一節的原則。前面的例子, 距離碼頭 5.6 倍船長, 速度減到 5 節為可以接受的安全速度。
4. 以海試資料來推算, 低速時停船距離:

設低速時馬力與 RPM 成正比關係, 船速與停船距離成正比關係; 某船重載 SLOW AHEAD 船速為 9.5 節, 用 Full Astern(56 轉)的停船距離為 1055m, 則改用 Half Astern(46 轉)的 5 節船速停船距離約為 $1055 \times (5/9.5) \times (46/56) = 456\text{m}$ 。(約為 330 米之 1.5 倍船長)

大陸操船學的建議, 2 節餘速可用半速倒車在 1 倍 LOA 內停船。再比照上例推算與驗算, $1055 \times (2/9.5) \times (46/56) = 182\text{m}$ (少於 1 倍船長), 這是理論, 實際到俾還要考慮到倒車來的時間(10 秒)與轉速建立到 46 轉的時間(一個船性能不同), 為了方便記憶,

» 側面與正面受風面積與風壓估計

採用「The Ship handler's Guide」之風壓估計式: 每 1000m^2 之風壓(Ton) = $V^2 \text{ (m/s)} \div 18$

1. 估計正面風壓及主機推力, 可助於評估頂風用車起錨及頂風用車停留的效果。
2. 估計側面風壓, 可助於評估靠、離泊之拖船、拖纜、前車、拋外檔錨之效果與限制。
3. 風向交角在 30 度以上, 視之為橫風作用(依據 Tug Use In Port; Capt. Henk Hensen FNI; 英國航海學會出版)。

風級	風速 (m/s)	風壓力 (t)
5	10.7	68
6	13.9	115
7	17.1	174

4. 估計風壓力與拖船艘數。例如:LOA 335m、乾舷高度 12m、甲板櫃 8 層, 估計側面風壓面積 $335 \times (12+8 \times 2.5) = 10,720\text{m}^2$, 估計推算 6 級風時, 風壓力為 $14 \times 14(\text{風速平方}) / 18(\text{常數}) \times 10.7(\text{側面積}) = 116.5$ 噸 (風壓力)

一般港作拖船的馬力為 3 千, 4 千, 5 千匹馬力, 估計的拖力為 30, 40, 50 噸, 一般使用 3 艘拖船: 3 千, 4 千, 5 千各一艘, 拖力為 $30+40+50=120$ 噸, 有其必要; 另外 7 級風時, 風壓力為 $17 \times 17(\text{風速平方}) / 18(\text{常數}) \times 10.7(\text{側面積}) = 171.8$ 噸 (風壓力), 拖船 4 艘, $30+40+50+50=170$ 噸, 7 級風的拖船艘數需求大增, 使用 4 艘拖船都不一定有用, 拖船的實際出力, 可能只達到他最大推力的百分之 80, 橫風靠泊風險也大增。

操船點線面 - 11 慢速操船: 預留舵效

慢速操船是大型船的第一門功課, 也是所有操船的關鍵, 保留主機的排出流(轉速), 能停車的時候就停車, 圖上沒有標示, 舵角要放哪裡, 原則是先停車再回舵, 因為滿舵的舵角, 可以協助減速。如果我們一直以高速前進, 水流阻力加大, 迴旋支點就會往後退, 迴旋力臂變短, 舵板的橫向推力不再是迴轉的主力時, 就不能產生良好的舵效。所以任何時候, 只要船隻的船首向穩定了, 沒有迴轉速率, 這時候, 就應該要停車, 如果有寬闊的水域, 甚至可以開始倒車減速, 這就是慢速操船的關鍵。

要保留主機的排出流, 在最危急的時候拿出來使用。請看圖 24; 慢速操船

- 在離碼頭 10 個 cable 的位置, 船隻的速度是 3 節, 勉強還有一點舵效, 主機就停車了。
- 在離碼頭 8 個 cable 的位置, 船隻受到流水影響, 船艏向開始向左偏的時候, 就要使用 kick ahead, 右滿舵短進車, 使船隻開始向右迴轉, 等到船隻有向右的迴轉速率的時候, 就立刻停車。這樣就利用到滿舵的橫向推力, 但是不會讓船隻前進速度, 增加太多。
- 在離碼頭 7 個 cable 位置的時候, 船隻回到原來的航向, 但是還有向右的迴轉速率, 此時不要急, 因為迴旋速率就算有, 很快就會減下來。(請見後面的說明)
- 船艏向如果繼續向右轉回不來, 在離碼頭 5 個 cable 的時候, 再打左滿舵大車 kick 一下, 讓船首向回到左邊。
- 到了最後四個 cable 的距離, 剛剛的左轉趨勢, 因為距離碼頭很近了, 所以就不用進車, 開始打到車, 倒車的橫向推力, 可以協助右轉。倒車一來, 船頭的方向很可能失去控制, 因為迴旋支點的位置變了,
- 最後到了三個 cable 的時候, 此時, 船隻有些微的前進速度, 主機卻是正在反轉減速, 完全沒有舵效, 船隻要向哪邊轉向, 完全是要看流水的方向, 對操船者來講, 就是無控制操船的時候。必要的時候, 使用 kick ahead, 滿舵短進車, 來控制船尾, 前俾來控制船頭, 進

靠速度此時可能只有 0.3 knots

• 最後到了兩個 cable 的時候，船隻用 0.3 節的速度進靠。如果還有迴轉速率，就用 kick，讓船回正，或稍微向右轉。

慢速操船，就是有機會停車的時候要停車。只偶而用 kick 調整一下船首向，當然我們在船上的選項，比圖面上的選項還要多，還有船艏推進器可以用，但是這個是基本功，所以還是要用心研究，所謂預留舵效的概念，就是由此而來。

(前面我們介紹過，頂流掉頭/順流掉頭，在錨地掉頭迴轉時流水忽順忽頂，在這裡我們應該要有的覺悟是，船隻的迴轉，如果向右轉快/向左轉就慢，如果向左轉快/向右轉就慢，簡單的說就是上風流快/下風流慢。這是因為轉心在船頭的 3 分之位置。船隻的迴轉，如果進俾轉快/倒俾轉就慢，如果倒車轉快/進俾轉就慢。這是因為轉心進俾時在船頭，倒俾時在船尾，次事後話。)

餘速控制---- 多大速度是合適的？

在一般泊位（受急流影響或灣頭處的泊位除外），能使用 Dead Slow Astern 甚至 Slow Astern，分兩次甚至三次倒車，將船舶在抵達泊位時，逐漸拉停，那麼該速度是合適的，安全可控的，如果必須使用 Half Astern 才能將船舶完全拉停，則意味著速度過快了。

在接近泊位還有一倍船長的距離時，偏慢的餘速可能不足以抵消風流壓差的作用，造成船舶比預計的更貼近碼頭，或更遠離碼頭，而偏快的餘速，可能導致船舶無法在適當的距離內降到安全的餘速，或無法在抵達泊位時，將船舶完全拉停而造成險情。

船長可以利用港外水域拋錨或漂航時機，測定倒車制動距離。比如，當餘速降到 4 節時，啟用倒車 Dead Slow Astern，直到餘速為 0，停車，測量從 4~0 節、3~0 節、2~0 節、1~0 節的滑行的距離，這個距離可以作為靠泊過程中，距離泊位多遠，何時應該啟用倒車作為參考。

以深圳陳領港的經驗，Dead Slow Ahead 速度為 6~7 節、倒車馬力比為 70% 的集裝箱船舶，當使用 Dead Slow Astern 時，可以分兩次倒車，分別將 400 米尺度的船舶餘速 4 節、300 米尺度的船舶餘速 3.5 節、200 米尺度的船舶餘速 3 節，在一倍船長的距離內逐漸拉停。

簡單地說，就是在距離泊位還有一倍船長的縱距時，應該將船速控制在：

400 米船舶----4 節

300 米船舶----3.5 節

200 米船舶----3 節

這樣的餘速，可以使用 Dead Slow Astern，分兩次倒車，將船舶在抵達泊位時完全剎停！

這樣的餘速，拖輪與側推都能全力以赴，可以完全控制船舶的偏轉效應。

如果高於以上餘速，應該提早倒車，或加大倒車。

$$P_a = 0.0135 \times \Delta V^2 / S \quad S = 0.0135 \times \Delta V^2 / P_a$$

式中： Δ ——船舶排水量（噸）；

V ——船舶的餘速（節）；

P_a ——拉力（噸）；

S ——距離（米）。

根據上面的動能定律可知，制動距離與排水量、速度的平方成正比、與外力（拉力、倒車馬力）成反比。

排水體積：

*前半部排水體積小，後半部排水體積大。向前、或向前面的左右方向移動阻力小，前進轉向容易。操作船隻的前半部，向前進或向左右方轉向，加速快，好操。要制止向前移動速度，須提早及較大倒俾，及較長時間。要調頭迴轉時，如前方水域足夠，宜採向前方之左轉或右轉會較省時且快。

*後半部排水體積大，阻力也大。後退或向船尾左右方轉向，加速慢阻力大，不易，費時。操作船隻的後半部，不好操。

踢進一用俾大小該如何選擇？

慢速操船需要 KICK AHEAD，操作“踢進”需要用俾的大小，不易量化，因為它在很大程度上，取決於船舶的大小和操船者當下的需求，重要的是需要了解該船軸馬力(SHP)與載重噸位(DWT)的比例，一般來說，一匹馬力配一噸是夠力，因不同船間存在著差異。實際運用時，在各個碼頭裝載的情況與載重噸位不同，皆要列入考慮。

踢進一舵角該用多大？滿舵，先打舵再用車，先聽俾再回舵。

如果要用“踢進”，動車前要先用“滿舵”，這能確保可以產生最大迴轉舵效，同時也有“踩住煞車”的功效，降低一些進車的前進速度。如果使用的舵角減少，如 15 或 20°，會降低舵效且會增加前進的速度；但同樣重要的是，停陣前，舵角不可以小於滿舵，且一定要先停陣之後再將舵回正。

踢進一用陣該持續多久？

操作“踢進”用俾的時間應盡可能短，拉長用車的時間，在達成初始要求的舵力後，只會造成艏向過度的偏轉和船速不必要的增加，這會導致需要操作另一個反向的“踢進”去矯正這種現象；只要主機轉速達到設定用俾速的最大轉數時，就可以立刻停止用陣。實際運用時，船長可依艏向需要修正的幅度及“踢進”矯正的成效，來判斷停止用車的時機，船長累積的經驗可使操作愈趨精準。

操船點線面 - 12 前進慣性：新的挑戰

迴轉的慣性，可以用迴轉速率來控制，前進的慣性，可以用速度向量線來控制。 $F = ma$ 船隻小的時候，前進的慣性是迴轉慣性的 3 倍，船隻大的時候，前進的慣性可能是迴轉慣性的 6

倍。操船時有機會停車的時候要停車，就是在迴轉之後，當迴轉速率歸零之後，就立刻停車。這在 20 年前，沒有對地速度與迴轉速率的顯示時，還很難判斷回舵的時機點，現在可以看著儀表，得到良好的控制，習慣憑感覺操小船的同仁，要先體認到大船是很笨重的東西，如果不順著她的性子，最後乾著急的是自己，尤其是公司的新船，馬力與船隻噸末的比例比較小，頭車也不夠力，如果對大船的性能不熟，就很危險。

“迴轉之後，當迴轉速率歸零”：例如右滿舵，船向右轉後，有右轉的迴轉速率，用左滿舵壓住，然後右轉的迴轉速率慢慢變小，然後立刻正舵，等待迴轉速率歸零，或是壓反舵穩定在新航向上，此時雖然船艏向已對正，但是橫移的慣性還在，可以考慮是否要加車抵銷，甚至加上反向的 Leeway 修正。

請看圖 24 慢速操船，這就是個減速的操作，位置 10 時是先停車，預留舵效。

- 前提是要先 steady，用大舵角穩住航向，才能停車。否則迴轉速率繼續，就是慘事發生，船隻失控，再去打滿舵加俾，都無法制止船頭的迴轉。
- 以前，這種操作需要領港的經驗，因為船隻的迴轉，越大的船就會有越大的慣性，沒有掌握船隻的慣性，迴轉速率還沒歸零就停車，船會繼續向另一方迴轉，此時就是再進車，就算打滿舵，舵效可能已經沒有。
- 現在，大型船還多了前進的慣性，迴轉速率歸零以後，船隻仍然繼續往外滑行。如同釜山港的 Milano Bridge 與 高雄港的 OOCL Durban 事件，就是前進的慣性，沒有水流阻力抵銷。
- 慢速操船，應該要記得，先停車再回舵，因為滿舵就有舵板向後的拉力 drag(見前面的圖形)，千萬不可先回舵再停車，這樣船隻的速度沒有減下來，越跑越快，失去慢速操船的意義。
- 現在，這種操作可以用 rate of turn 來估計，rate of turn 迴轉速率就是船隻的迴轉慣性，向右的迴轉速率為零，向右的迴轉慣性就是零，船就會停止轉動，但是前進慣性還在，船體還是會繼續向左飄移(原來航向)。
- 船隻的迴轉，越大的船就會有越大的慣性，能否 steady 的關鍵，就是在要穩住的航向上，迴轉速率是否是慢慢趨零(rate of turn=0)。
- 如上圖，這個減速操作，位置 10 時，迴轉速率為零時，才可以開始停車。
- 船隻在位置 8 時，船首受到風流影響，轉向左側，使用右滿舵，進車催一下 Kick Ahead，建立向右的迴轉速率。
- 開始有向右的迴轉速率時，就立刻停車。
- 看著船艏向開始向右轉，檢查迴轉速率是不是越來越小？還是不變？用來決定是否要用正舵，或壓反舵。
- 原則是，向右的迴轉速率，在位置 7 時，應該是會漸漸減到接近於零，因為船隻本來就有左轉的趨勢。(向上風轉慢，向下風轉快)
- 但是從圖上來看，在位置 7 時，向右的迴轉速率並不是為零，還是緩慢的向右轉(這是不對的)。
- 直到位置 5 的時候，才又用左滿舵與進車，制止向右的迴轉速率，並建立向左的迴轉速率。

- 從位置 10 到位置 5，都是停車滑行減速，只有在位置 8 與位置 5，用短進車吹一下。當然我們在船上的選項，比圖面上的選項還要多，但是這個是基本功，所以還是要用心研究。

The difference between the ships' s heading and the actual direction of movement of the ship should also be constantly attended to as this is essentially important at slow speeds and when there is wind and current. 船首向與船隻實際移動方向的差異，即漂流角應該要時常注意，因為這在慢速操船，又有風流影響時，特別重要。因為船速越慢，PP 迴旋支點越遠，迴轉受風流之槓桿越大。

再來看看，如何慢速操船，

- 要先能夠 steady，迴轉速率減為零，用大舵角穩住航向，才能停車。否則船隻容易失控，再打滿舵，都無法制止船頭的迴轉。
- 船隻的迴轉，越大的船就會有越大的慣性，漂流角越大，沒有穩住船隻前進的慣性，漂流角沒有歸零就停車，船還是會繼續向另一方移動，如果此時停了車，就算打滿舵，大船還是很可能偏出航道。
- 現在這種操作可以用 rate of turn 來大概估計迴轉的慣性，rate of turn 迴轉速率就是船隻的迴轉慣性，向右的迴轉速率為零，向右的迴轉慣性就是零，船就會停止轉動，漂流角就是船隻的橫向慣性，有漂流角就是有橫向動量，如果船體的橫向動量(漂流角)沒有消除，對地的速度向量會繼續向原來的方向移動。

操船點線面 - 13 強風急流進基隆港

東北風中進基隆港

想像一下現在場景換成是，從外海進基隆港的減速操船，有強勁的東北風(黃色箭頭)，圖 25

- 在位置 1 的時候，本船要穩定在船艏向上(迴轉速率=0)時，才能停車。先停車，再回舵。
- 東北風的時候，船隻向上風轉向容易，也就是向左轉快，向右轉慢，所以一有左轉趨勢，換成迴轉速率來說，就是一有左轉的迴轉速率，就用右滿舵來壓，但是沒有俾葉的排出流，右滿舵的效果有限，船位很可能就偏往上風，如同位置 2。
- 是否船位也有可能，被風吹向下風？這當然也是有可能，畢竟風是從上風來的，怎麼會，船位反而跑到上風去了，這就是船速低時，無法壓住迴轉速率，船艏繼續向上風轉，雖然有向下風漂流的趨勢，但是船位還是往上風移動。
- 對船位的掌握，以前也是領港的飯碗，沒有把握的時候，就要有兩個領港，來相互確認，現在有了 ECDIS 鳥瞰圖如上，看船位就如同上帝，高高在上，一目了然，還可以把船頭船尾的形狀秀出來，有了 ECDIS 鳥瞰圖，每個船長，都有上帝之眼，要多加利用。
- 操船的重點是，保持在預定的航道上，如上圖，船隻始終都在正確的航線上行進，又能夠適時把速度減下來。

如圖 25 東北風進基隆港，右圖本船船位 1 時。應該盡量搶上風，本船船位 2 與 3 是正確操

作，船艏向與船隻移動方向 COG Course Over Ground 不同，他們的夾角，就是漂流角 DRTFT ANGLE，船隻的對地速度向量線所指的方向，就是我們要前往的方向。

本船船位船位在 4，5，6 是錯誤操作，要靠東碼頭，卻被風吹到西碼頭，動彈不得。

落潮流東北向進基隆港

進防波堤口子或大角度轉向，需要維持航向，又要維持船位，就要有預留舵效的觀念。如圖 26，本船接近防波堤，流水在位置 1 與位置 2，方向相同，大小卻差很多，這是因為在位置 1 防波堤外，流水不受空間限制，流速較為和緩。在位置 2(防波)堤口時，流水受防波堤限制，空間壓縮到堤口上，流速急速增加。

- 在位置 1 防波堤外，對船體來說，船頭船尾都受到流水推力，所以船艏要向防波堤的上流修正，但是迴旋支點在船艏後的 1/4 船長處，船艏本來有向上流轉的趨勢，但是船體卻整個被流水，帶往下游。

(水流的力道與風力作用的部位不同，水流作用在船體的水下部位，船水下的體積是，中間胖兩頭尖，水流很容易作用到船的重心，造成船身往下游漂移。風力作用在船體的受風面，受風面船頭船尾前後都很平均，風力作用在 PP 迴旋支點後面比較多，造成船艏向上風迴轉快，船隻往上游開去。)

- 在位置 2 的堤口上，流水受防波堤限制，空間壓縮到口子上，流速急速增加。各位仔細看，此時所有的流水，都作用在轉心(PP 迴旋支點)的後面，就是船尾啦，這是不是火上加油，水流急又單壓船艏一邊。

- 此時再打滿舵，用大車都穩不住，穩不住就不能停車，不能停車，就會衝過頭，到位置 3

- 正確的操作：我們重說一遍，要加上船速與船位的考慮

- 在位置 1 防波堤外，船頭船尾都受到流水推向下流，所以船位要向防波堤的上流開(本船左舷)，這時的船速，一般都是減速或慢速(SLOW AHEAD)，利用船艏向來抵抗流水(SETTING)。船位是寧上(流)勿下(流)，也就是寧可偏向上游，也不要被推到下游。
- 見圖上位置 2，船位先靠右舷，距離堤口 1.5 至 2 倍船長遠時，本船開始加俾加舵，帶著慢速左轉慣性進堤口，船尾受舵力往右舷移動，等到船頭進了堤口，右船尾受流水大力向左舷推頂。

預留舵效，船速的考慮：在位置 1 如果沒有減速，到口子的時候，就沒有多餘的俾力與舵力，可以使用，這就叫做預留舵效，是非常重要的觀念。一般船長只有注意到領港在加大俾，往裡面衝，是要減少通過的時間，卻不知道，這裡的大俾，雖然可以減少通過的時間，但是最主要的作用卻是，要增加舵效，增加對船艏向的控制，避免失控。前面的減車，我們以為領港是要先喘口氣，喝個咖啡，卻不知道，在位置 1 的減車，是整個操作成敗的關鍵。外行看熱鬧，內行看門道。

船位的考慮：位置 2 偏向上游，是方便等一下的左轉操作(向下流轉向，抵銷流水對船尾的壓力)，如果船位被推到下游(左舷)，船上的船長只能禱告，不要撞到左邊的防波堤，哪裡敢向左轉。船位已經偏向下流(1. 左邊)時，如果不信邪，船向右轉，船尾向左(2)，船頭過堤口時，右船尾又受到流水大力推擠(3)，火上加油又下刀，三管齊下，不死也重傷，左船尾沒撞到防波堤，衝到港裡，也會失控，船頭直接往右邊西碼頭衝過去。

2. 在位置 2 堤口上，受防波堤限制，流水的流速急速增加，

這時的船速，一般都是本船在口子前多遠？需要開始加俾或加大俾(HALF 或 FULL AHEAD)？

用車的距離應該最遲是 6 到 2 倍船長的距離吧？因為歐洲船的傳統，都是在防波堤半海湮外，船副會大喊一聲，HALF MILE FROM AND MAKING ?? KNOTS。 HALF MILE FROM(break water entrance)意思就是倒防坡堤的距離剩下半海湮，半海湮是 900 公尺，對一條 150 公尺的小船來說，大約是 6 倍船長的距離，所以這是需要開始加大車來通過的地點。後面還有報船速，就是提醒船長，還有什麼樣的車可以加。(對 300 公尺大船來說，6 倍船長的距離，需要 1800 公尺=1 海湮，口號應該改成 ONE MILE FROM AND MAKING ?? KNOTS)

一般用舵的距離是兩倍船長(WHEEL OVER POSITION)；依照我們對迴旋半徑的研究，應該知道這是迴轉的第一個階段，就是舵角打下去，船體下面的水流壓力開始變化，但是船體卻還在原來的航線上前進。

兩倍船長到 4 倍船長的距離，照說船頭應該偏轉，離開了原來的航線，但是船尾的橫向推力被流水抵銷，船頭船尾都還在原來的航線上，也就是舵角讓船尾位移到上流的方向，流水又將船尾推回原來的位罝，使船體無法產生迴轉的趨勢。

在位置 2 這裡，此時已經是用了左滿舵，而且是在口子前兩倍船長的距離，就已用舵。表示船頭會開始向左轉，這時候，如果船尾受到向右邊的強大水流影響，船頭就會開始向右轉。所以明知道，在堤口上，船頭會快速的右轉，在迴轉的第二階段，我們就先用左轉的趨勢，來抵銷流水右轉的趨勢。

3. 在位置 3 的時候，船艏已經進了防波堤，本船要穩定在船艏向上(迴轉速率=0)時，才能停車。先停車，再回舵，相信我，這是好習慣。

- 此時船體沒有流水，只有受到風力影響最大，季風的時候，船隻向上風轉向容易，向下風轉向困難。所以在進港前位置 1，就應該觀察流水的本質，是向哪裡 SETTING，到底風力影響比較大，還是水流的影響比較大，這是船長在外海，上駕駛台後，要做觀察的第一件事。

- 要做的第二件事，就是估計位置 1，2 與 3 時，船位應該怎麼擺，才能抵銷風力水流的影響？

- 估計位置 1 2 與 3 時，船速應該多少？何時應該預留舵效？何時應該立刻停車減速？

- 前面千言萬語，都不如對著上圖，沉思默想，想像船位與流水作用方向的圖像是如何？培養長期記憶，看到電子海圖上，本船的對地速度向量線(本船的操船線)之後，有能力立刻預測船隻的動態，知道要如何操作，預作計畫，以後到其他港口時，比照辦理。

- 使用 ECDIS 監控船位，如同上帝高高在上，把船頭船尾的形狀秀出來，從此每個船長，都有上帝之眼。

操船點線面 - 14 荒天自行進入防波堤注意事項

原文：

- 位置 1 港口外風大浪高，尤其是湧，及夜間視線不良引水人無法登輪時，須自行快俾進港。
- 船長不得已接受自行進港要求，引水人在防波堤附近等候登輪。此時需確定航道附近有

無下錨船阻礙，也可用雷達測知。

- c. 等船一進防波堤，湧浪變小可穩住進港航向後即停俾。(基隆港進港航道為 165 度)。
- d. 等船過防波堤，航道略寬水域後，用左、右滿舵法減低 R. P. M.。待 R. P. M. 歸零附近，此時引水人應能到駕駛台協助指揮，及拖船接近協助。
- e. 必要時以 Sea Speed 倒俾。
- f. 一般大型船應可在外海登輪，如風浪大到無法登輪，最好還是延到白天或湧浪小些再進港。
- g. 在船無法倒俾時，應調整航向順航道繼續滑行。
- h. 備妥雙錨可緊急使用。
- i. 雙拖船備妥協助位置。

裡面有些交代不清楚的，我們重新檢視一次，

- A. 先看風流湧，加上蛇行的流水，通通是由東北方向而來，所以我們知道，這是冬天。船雖然畫的四平八穩，其實引水內心的小劇場是，由位置一開始的左滿舵大俾。(註 1: 船速應該多少？原則是越快越好，但是風浪大，船隻的加車不是那麼容易，所以要直接用大車，尤其是馬力小的船隻，不能猶豫。)
- B. 由位置一的轉心看到的是，船艏向走的是 115 度，(基隆港進港航道為 165 度)，漂流角是 30 度，用來抵抗風流湧與流水。
- C. 船隻前進到防波堤邊時，位置二本船正舵 STEADY 在 145 度的航向，船隻 Labouring Heavily 橫搖縱搖，吃到瘋狗浪的狂跳，船位持續向下風 SETTING 漂流。位置一到位置二走的航向是 145 度，並不是直線，先故意左轉，然後向右舷漂流，曲折前進的過程。
- D. 位置一到位置二的航向是 145 度，與進港航道 165 度，漂流角是 20 度，用來抵抗風力，浪湧與流水則被防波堤擋住了，船隻位置二到位置三堤口時，航向轉正 165 度。(註 2: 何時應該預留舵效？到堤口前，全力右轉，左船尾受到風流湧的作用，可以看到他畫的軌跡，是先向左舷的東堤燈塔開，位置 1 的航向可能是 115 度，此時橫風，船隻橫搖嚴重，船位還是被流水推到南邊)
- E. 在位置三，航向轉正 165 度後，要確認迴轉速率為零時，應該立刻停車減速？等到感覺橫浪比較小，舵效比較好時，航向可以穩定在 165 度，迴轉速率歸零，就要開始減速，(等船一進防波堤，湧浪變小可穩住進港航向後即停俾)。
- F. “湧浪變小可穩住進港航向後即停俾”，此時是否可以倒車，是可以，雖然意義不大，因為主機轉速在前面的大俾時，可能還很高，所以要用循環滿舵法將船速降下來，圖上位置 4 畫的是本船使用倒車。
- G. 如果倒車不來，在位置五使用循環滿舵減速。等到速度減下來，就可以帶拖船，做慢速操船。

用左、右滿舵法減低 R. P. M.。

即是所謂的循環滿舵停船法，依照方領港的說明，等到水域寬闊後，使用左右滿舵打到底，等到迴轉速率的指針，一開始向左右移動，或是由紅變綠，綠變紅時，立刻向

相反一側做滿舵，在迴旋速率還沒有建立之時，就直接壓反向滿舵，如此四次，可以將 10 節速度的船速，減掉一半，也就是減到 5 節的速度。5 節的速度就是可以帶拖船/用頭俾的速度，可以解決很多問題，也是做船長需要的技術。這裡領港講的是，減掉主機的轉數 RPM，因為他要配合主機的到車需要，先將轉數歸零，才能建立到車轉數。左、右滿舵法除了可以停止主機轉速，也可以減速，”此時引水人應能到駕駛台協助指揮，及拖船接近協助。然後全速倒車，必要時以 Sea Speed 倒俾”。

用大倒俾的前提是，拖船能夠接近協助。這是考慮到倒車時，船艏向容易失去控制。依據台北港領港的講法，大型船，倒車時，船艏向不一定右轉，反而可能左轉，這是前面我們提到的風帆效應，見圖五船隻進俾時，船尾受風面積大，推動船隻往前。船長們要注意觀察的地方，因為試車的時候，甲板上沒有 10 層的貨櫃，船頭可能右轉，(倒車時，船頭右轉是 IMO 的規定)，但是在滿載 10 層貨櫃的時候，船艏向不一定是右轉。另外一個原因，就是碼頭水深不夠，倒車左轉的水流，由左邊水面往下打的水流大，由右邊船底往上打的水流小(龍骨下水深不足)，造成船尾向右，船頭向左，這在高雄 15 萬噸的散裝船也是一樣，倒車時船頭可能會向左移動。(圖 28 大型船重載深吃水，倒車船頭可能向左)

進港以後，就要控制前進速度，雖然是對的，但是知道原理，不知道現場數據？也是於事無補。所謂的能知不能行，眼高手低，就是如此，所以我們要來研究前進速度是多少？。

操船點線面 - 15 進入防波堤的前進速度

進港速度是最基本的要素，不注意，就會有意外。所以我們來看看 30 年高雄領港的進港速度，船舶自港外開始進港，圖 29 進高雄二港口

1. 注意港外擋浪堤與新南堤位置，領港登輪提供引航卡
2. 船長與領港交換訊息，注意與出港船會船位置，通過新南堤後受流水影響小
3. 確認開始進港
4. 進港航速在港外約 8-10 節：位置 1
5. 通過防波堤，位置 2 開始減速至 D/SLOW 約 6-7 節，以免到信號台時，轉彎不易
6. 通過 115 碼頭後線櫃場，位置 3 即停俾滑進，特別注意船身位置(小心岸壁效應)，注意迴船池附近等待出港船舶，大船特需注意吃水，信號台附近會有淺水效應，岸吸岸推力的作用。
7. 通過信號台，位置 4 航速約 5 節以下，打倒俾準備調頭。
8. 迴船場調頭：船速 5 節以下，拖船備便協助推頂調頭，順靠或調頭靠務必確認，以免造成困擾。

靠泊碼頭：

1. 駛近碼頭之船速約 3 節(見前面慢速操船，3 倍船長距離之前)
2. 注意駕駛台位置旗或燈，適時停車或打倒車(3 節速度:每分鐘前進為 92 公尺，300 米的船，3 倍船長前，900 公尺前或 9 分鐘前為”適時”)
3. 特別注意當時之風向與風力(進港前，就應該知道靠碼頭時是攏岸風或是離岸風)
4. 高雄港只有在大雨過後港內才會有流水，常會形成水墊。

5. 利用前俾與拖船將船平穩靠泊碼頭
6. 最理想的靠泊形勢為將船以放風箏方式，將船放上碼頭，（注意大型船的動量，橫向進靠速度會越來越快，進靠速度不可以超過 0.3 節，一旦超過 0.5 節，要使用拖船先拉一下，煞住他的動量，免得越靠越快。）
這是速度向量線的變化，讓我們下節再說。

操船點線面 - 16 淺水區迴轉半徑的控制

如圖 30 淺水區迴轉半徑之控制，橫軸與縱軸的單位，都是原船的一倍船長，這裡的水深小於 1.5 倍船隻吃水，所以可見得是淺水區的迴轉。這裡包括了三種迴轉，

1. 第一種是打了滿舵以後，停車迴轉 Coasting，半徑最大，是最外圈的迴轉半徑。
2. 第二種是打了滿舵以後，車速維持不變，是中間這一圈，帶陰影的船身。
3. 第三種是打了滿舵以後，持續的加車，迴轉出來的半徑最小，也就是加速迴轉。

顯然，加速迴轉的半徑與進距（前進的距離），都是最小。這跟我們在前面錨地掉頭的認知不同，

- 從迴轉的軌跡來看，不管是用的什麼船速，在不到 1.5 倍船長的距離，船頭就開始離開原來的航向，顯然這一條應該是散裝船或油輪，才會有這麼好的迴轉啟動性。
- 從標示的迴旋支點位置，是接近船舯來看，顯然與現在的研究不同，所以這只是一種觀察，船隻的軌跡是推測的成分比較多。
- 推測的船隻軌跡，只是代表作者對車葉排出流的推崇與依賴。
- 這裡還有一個前提，水深小於 1.5 倍船隻吃水，水淺的時候，船隻後面會有水下體積 40% 的質量（40% 的排水量，用來填補船體經過時的空間），跟著船體前進。船速快的時候，船隻後面會有到達水下體積 60% 的質量（60% 的排水量），跟著船體前進，讓迴轉更加困難，車葉的排出流，除了作用在舵板上，產生橫向推力，還有加速排出船體下水流的作用，增加回補的水流，進而減低了船隻向前的位移量，縮小迴旋半徑。

現在我們回頭再看看，前面的起錨掉頭，船隻同樣是在加速迴轉，卻因為流水造成失控的情形。

- 流水從西南方而來，剛動車時，迴旋支點在最前面，流水作用在左舷，協助本輪左轉，流水有利。
- 等到本船轉向西南時，流水由右舷而來，妨礙本輪左轉，船隻迴轉受阻，
- 等到本船要進一步向南轉向時，船體與流水的作用角度加大，流水更為不利（變紫色）。

我們知道，由西南轉正南的時候，舵效不佳。不要貿然前進，留在原地，甚至倒車，使用頭車協助掉頭，就像港內掉頭一樣。圖 31 淺水區迴轉速率的變化

前面說的加俾或是減俾，車葉的排出流作用在舵板上，這裡起錨掉頭的流水是作用在船體上，舵板當然是比船體小很多，圖上的舵，都是放大了畫，實際上更小。所以說人再大，大不過天，車葉的排出流是我們人力可以控制，卻大不過流水作用在船體的力量。況且流水作用在迴旋支點後的面積與力臂，都比舵板作用在舵柱的面積與力臂大太多了。只是流水作用的角度與力量，一直在變化，不像車葉流這麼肯定，可以利用，話說回來，這就是船長的工

作，要先了解各種天時的變化，才能夠配合萬變。船長要能

1. 上駕駛台第一件事，就要觀測風力水流，(領港也是一樣，雖然他可以在領港船上看過)
2. 想像你會走的航跡，
3. 在每一個航跡上，擺上船體的位置，想像船艏面對的風力水流是在哪一舷？
4. 在每一個位置上，我們是順風順水，小俾小舵，頂風頂水，要大俾大舵？
5. 在每一個位置上，船頭船尾的空間要如何控制？
6. 需要搶上風嗎，進車掉頭，還是倒車掉頭容易？
7. 盡量利用倒車船尾上風的趨勢，來安全的倒車。
8. 遇到困難時，我們還有甚麼手段，可以彌補？甚麼方法，可以克服將遇到的困難？

當然這都很好，但是甚麼才是最保險的作法？

操船點線面 - 17 順流調頭進靠碼頭，如圖 32

- 1)、保持與碼頭法線 1~1.2 倍船長之橫距，順流淌航，如船位 1，在船頭平泊位船頭旗（船頭剛進入泊位）前，將航速控制在 4~5 節之內，300 米以下的中小型集裝箱船舶，餘速應控制在 5 節以內，而對於 300 米以上的大型集裝箱船舶，盡可能將餘速控制在 4 節以內。
- 2)、當船頭平泊位船頭旗時，開始啟動倒車向右掉頭，借助拖輪、側推器的協助開始調頭。如餘速偏快時，應提早調頭，並加大倒車，避免船舶在調頭過程中向下游漂移過多；餘速偏慢時，可略晚調頭，避免調頭過早而船位處於上游位置。在倒車的過程中，密切關注船舶的動態（對地向量線的方向，這是陳領港所做對地向量線的觀察），如果船舶向着泊位壓攏較快，應加大倒車，消減前衝量，避免過早切入泊位；如果船舶開始有後縮的趨勢，應及時停車，借助拖輪側推器的協助繼續偏轉調頭，船位 2。
- 3)、當船舶調過 90 度垂直對著泊位時，船位處於泊位的三分之二處（這是剛剛好的位置），可適當滿舵進車，同時在拖輪與側推的協助下，調整適當的入泊角度，逐漸向泊位趨近，如船位 3~7，完成靠泊。

在調頭的過程中，要評估(或預估)迴轉的速度是太快還是太慢，以本船 90 度垂直對著泊位時，垂直對著碼頭法線時，

- 1) 船位對著泊位的三分之二長度的上游時(掉頭太早的位置)，可暫停船首拖輪與船首推進器的出力，讓船隻向下游漂移，如有必要，可用船首推進器反打，減少迴轉速率，借助流水、船尾拖輪，加上船首推進器的作用，令船舶整體向下游漂流；如圖二
- 2) 如果掉頭速度偏慢，船隻整體向下游偏移過多，可暫停船尾拖輪頂推，利用船頭拖輪吊拖，減緩向下游漂移的速度，如仍不足，應加大倒車，略為後退船位後，再滿舵進車，以此削弱向下游的漂移速度，又加速調頭，如圖三

調頭的過程，就是不斷觀察，不斷調整修正的過程

右靠船駛離（前進迴轉，順流掉頭出港）如圖 32

- a. 位置(1)，前俾開頭，拖船開艏，略施倒俾。右圖(圖 32)。
- b. 到位置(2)，橫距有兩倍船寬以上(經驗)，即可改為進俾(進車掉頭容易)，俾出來可 Let go 拖船，(加速迴轉)。注意船尾拖纜不要放到水裏，以免絞到俾葉。舵角大小

的調整要與碼頭保持安全距離即可(先打上左滿舵進車，幫助向左迴轉，如果船尾接近碼頭，就正舵或右滿舵，把船尾推開，或用拖船推開)。

- c. 位置(3) ~ (4)。(右圖)拖船靠上推艏，視與碼頭距離遠近(進車可以拉開與碼頭的距離)，而下令拖船大俾或小俾，或僅靠上準備推頂船艏。(協助迴轉)
- d. 到位置(5)時，確定船尾離開碼頭後，船繼續進車，前俾繼續向左打，拖船大力推，或改成倒俾後退，以制止前衝太快。
- e. 位置(6)，船停止，調頭差不多，改進俾出港。

註：1. 本法重點，拖船要推頂船艏前，必須本輪進俾正常，並視船艏離碼頭安全時，才可大力推頂。同時船頭船尾前後位置參考點要先看好，才能以點制面(知道船頭船尾距離碼頭多遠後)，才可準確操俾及舵。

2. 如擔心俾況不好或不願此法，自然是利用前俾與拖船平行碼頭，位置(2)拉開到足夠距離，再 Let go 拖纜收上來後，再來推頂船艏，自然最安全，但位置(2)要拉開到安全距離，要多花些時間，看自己決定。

船頭船尾前後位置參考點，目測位置線在哪裡？圖 33 船頭船尾前後位置參考點

每次在船移動或到港之前，均要能目測出船艏艉的約略位置線。如此才能隨時隨地知道本輪在港池移動中所處的位置。這是對操船水域的空間分配與控制。

● 停靠碼頭時：

在碼頭上開船前，船長站在駕駛台兩舷側以目視頭纜的纜樁，往回檢查與甲板貨物之交點 F，此即是約略船艏位置的控制點(比實際大些但無妨，如果要更準的船頭位置，可以取頭纜與船頭倒纜間的纜樁為船頭控制點)，要檢查本船船頭位置時，船長站在兩舷側原來位置，往前沿著 F 點看，前面的碼頭與 F 點的距離是越來越近，還是越來越遠。船艏位置的控制點是 A 點，以目視艏纜的纜樁與甲板貨物之交點，同樣是檢查此點與碼頭的距離多少？是在接近還是遠離之中。

● 行進中時：

進港前，駕駛台兩舷側，可看出船艏衝擊水面所形成的浪花，船頭浪與兩邊船邊交點或甲板交點作駕駛台平行線與船中線，人站在駕駛台中央目視此點，即為甲板貨頂之船艏位置所在。

● 飄浮物或堤端燈標：

防波堤通過船艏艉時，由船副通報駕駛台，目測防波堤與船舷或船邊貨櫃的交點，駕駛台平行線與船中線交點，目視此點即船艏位置線。(駕駛員也能目視飄浮物與上述同理)每次在船移動或到港之前，均要能目測出船艏艉的約略位置。如此才能隨時隨地知道本輪在港池移動中所處的位置。

操船的特性: 沒有不變的道理

左轉慢時右轉就快，右轉快時左轉就慢，

進車轉不動時倒車就轉得動，倒車轉不動時進車就轉得動。

30 陳船長的說法，都是使用”對地向量”來評估，操船轉向的成敗，

如何修正對地矢量線？請參考圖 12

- 1、維持航向航速：航向已經轉好了，但是本船的慣性(或動量)，沒有水流阻力消除，對地向量仍然未對正。
- 2、維持航向加速：航向已經轉好了，本船加車，慣性(或動量)克服水流阻力，對地向量向前移動。
- 3、停車淌航：航向已經轉好了，本船減車，水流阻力大於慣性(或動量)，對地向量向後移動
- 4、滿舵偏轉，再滿舵把定航向：使用滿舵迴轉，迴轉速率加大，故意轉向過度後，使用反向滿舵修正。

再參考圖 32 掉頭靠泊碼頭，陳領港的迴轉總結，就只有一根金箍棒，對地的速度向量線。

位置一 速度向量線向前，速度快：當船頭平泊位船頭旗時，開始啟動倒車，借助拖輪、側推器的協助開始調頭。

位置二 速度向量線仍然向前，速度減慢：為了達到控制速度向量在我們需要的方向與速度，需要平衡船頭船尾的迴轉力距，讓船隻的轉心保持在船中的位置，此時船尾轉向快，轉心在前，船尾迴轉力距大，船頭轉向慢，船頭有拖船的話，要在右舷大車拉住，一方面制動前進，一方面提供額外的拉力，改變轉心的位置。現在船隻一般都有船頭側車，此時應該全速向右。

然後在位置三，本船轉過 90 度後，觀測船隻的迴轉是否適當？在圖 2 與圖 3，雖然船的開始轉向的時機有快有慢，但是速度向量線都是一樣，此時要以其他的參考點來判斷，要怎麼來修正？現在的參考點，就是本船 90 度垂直對著碼頭的點，位於船席的三分之二處。

如圖 2，轉向過早，我們希望速度向量線往下移動，所以在船艏推頂，希望速度向量線向船席下方延伸。

如圖 3，轉向太晚，我們希望速度向量線向上移動，所以在船艏不推，船頭拖船往前拉，希望速度向量線向船席上方移動。至於進車是船首向，轉過來以後才用的吧，以免靠碼頭太近，轉不過來。

操船雖然有各種作用力，受主機性能、風向、水流、拖船、水域寬窄、船型大小等等，能以速度向量線來估計本船的合力，是現在操船技術不可或缺的一環。

操船點線面 - 18 港內操船第一要素 船位配合天時

港內操船的三個要素：第一個就是船位，第二個是船隻的前進速度，第三個是船隻的迴旋速率。

船位，當然是第一個要素，回顧幾百年來的操船，大部分都是集中在對船位的描述上。這是因為操船所要面對的最大問題，就是空間夠不夠，操船的空間往往又被風力與水流壓縮的更小，風力水流是上帝的力量，也就是不可抗力。這個在古時候，尼寇斯的船藝學，操船裡面說得很清楚。頂流的時候，要在什麼樣的位置？跟什麼樣的角度去靠碼頭？左舷靠碼頭跟右舷靠碼頭，進靠的角度為什麼不一樣？有流水的時候，順流掉頭，逆流掉頭，船位應該在哪裡？才能輕鬆控制船隻的進靠位置，這樣就造成了唯控制派，用盡一切力量努力與等待，等

待船位進入合適正確的位置，才來做下一步的操船。這些唯控制派，以日本或高雄領港為代表，以前是 5000 匹，50 噸的超級大的拖船，前後一夾，塞到船位上，如果沒把握，就先停在原地，或退出重靠，現在船隻的大型化，可能要 70 噸的大拖船，才夠力夠用吧。

這在大陸出的船舶操縱書，上面也是很明顯的看到這樣子的教學趨勢。另外國內資深的退休領港，出的操船學，也是一樣。對船位應該要擺放在何處，來代表操船技藝的好壞，所以要做到身經百戰，百戰而不怠，就要熟記各種各樣的進靠與退出碼頭的陣勢(船位)，與風向水流的來勢。像是胡領港在演講時，所提到的，2 萬 TEU 的大貨櫃船，第一次來靠高雄的時候，他所做的功課就是，拿著剪好的船型，在高雄的港區圖裡擺放，模擬各種風流時，船隻要放在什麼樣的位置？才會好操作，等到大船真的到港的時候，四條拖船帶上，到迴船池停車停船，完全停止之後，再迴轉調頭，完成首航的靠泊，配合世界第一良港的無風無流，實在談不上是如何技術。很多時候，船位擺放哪裡，才能順利離靠，都變成死背的東西，知其然不知其所以然，這樣也可以搞定。但是船長要跟著船隻到天涯海角，船一到歐洲與地中海，就傻眼了，因為拖船縮水了好幾倍，迴船池更小。顯然，我們需要更多的了解，而不是熟背這些圖形，就可以了，況且，背完基隆，背不完高雄，背完了東亞，還有南美，所以我們要自行能揣摩，船位放哪裡，比較好操作，在實際比對領港的操作位置，時間久了以後，就能知道其中的奧妙。

這是操船必須具備的一些水文知識，跟天文地文一樣，也就是了解，船體運動與水下的流線/壓力場的互動，這是以前船員所不知道的。各位要知道新的船藝，講究的是甚麼？只要看看圖例上，有沒有把 pp Pivot Point 迴旋支點與對地速度向量線標出來，就知道他的操船是不是跟的上時代。但是這些唯知識派，也有一個致命傷，那就是忘記了，風力與水流是不可抗力，因為這些大哥，可能都是在池塘裡(沒風沒浪)操船出身的，這可不是開玩笑，看看下圖，模型船還做的有大有小，好像跟真船一樣，幫助操船者建立起，真實的场景與良好的操船習慣。各位可以再看看，下面的前進調頭，居然沒有標是順風還是逆風？逆天行事，真是傲慢。

受風流影響較大的港口

(一) 頂風頂流開首離泊

在受風流影響較大的港口，通常採用迎風迎流端開口開出，或迎風迎流端開口調頭的方法離泊，例如頂風頂流，應選擇開首離泊或開首調頭，順風順流應開尾離泊或開尾調頭，如圖 35 頂風頂流開首離泊。

(二) 順風順流開尾離泊

當採用順風順流離泊或順風順流調頭離泊時，應先開尾，使內舷受流，將船舶拉出足夠安全的橫距，通常視流壓角大小而定，橫距不應小於三分之一船長，再利用車舵拖輪等協助將船頭挑出，順流離泊或順流調頭離泊。如配有雙拖輪協助，應將大馬力拖輪配備于迎風迎流端，如圖 36 順風順流開尾離泊

順風順流開尾離泊操縱的關鍵點在於(如圖 37)，首先必須先開尾，令內舷受流，將流變成離泊的有利因素(天時)，其次是橫距必須足夠(地利)，如果橫距不足就急於開首離泊，勢必造成外舷受流後(逆天)，船舶整體向下游垮壓，而此時船頭開角尚小，如欲增大船頭開角，勢必得減弱船尾拖輪的力道，造成船尾更快壓向碼頭，而如欲加大船尾拖輪的力道，減緩船尾壓向碼頭的趨勢，則勢必造成船頭開角減小，更難離開碼頭；且此時船速尚低，船尾離開碼頭的向量，不足於彌補船尾向內偏轉趨近碼頭的向量，與受流影響船舶整體向下游垮壓的向量之和(對地速度向量線此時指向碼頭)，造成船尾甩向碼頭，或船尾擦撞碼頭或他船的事故，當出現這樣的緊迫局面時，小型船舶尚能借助拖輪協助予以挽救，而大型重載船舶幾無逃逸的可能。

為什麼會這樣？----明明剛起拖的時候可以拉的動，而後就一路橫掃著碼頭而下？(如圖 38 順風順流開尾離泊失敗)

分析：1、隨著船頭角度的打開，受流側面積急劇加大，流壓造成船舶整體向下游垮，已經超過拖輪所能控制。

分析：2、隨著船舶的偏轉(開角)，船尾甩向碼頭的速度大於船舶整體向外平移的速度，船尾更趨近於碼頭。

分析：3、為了減緩船尾甩向碼頭，不得不減緩船頭拖輪與側推，影響開首。

分析：4、船頭開角不足，進車將觸碰前方船舶或吊機，倒車將船尾觸碰碼頭，不進不退，將被流水壓向前方船舶。

強風移泊，頂風：如圖 39 頂強風移泊，留白

重點：在轉進的泊位，須減速且船隻由頂風變為橫風。受風壓無法以微速及滿舵調整 Setting。安排拖船在下風協助。

- 如圖移泊上風或轉進下風左靠，切記要留較寬水域，以免被強橫風吹到下風區，況且向下風轉向困難，本船會太接近他船或碼頭。因位置 b 沒有留白(向下風的任何餘裕)，一方面要倒停俾，一方面被強烈橫風吹下來。如左邊航路逼近碼頭，易造成碰撞。
- 應採用外側航路接近，並在位置 1 時倒俾(進車轉不動時，倒車可以轉，來改變迴旋支點)。讓拖船接近帶前拖纜並推頂右船頭(增加向下風轉向的力距)，後拖船仍在或左舷中央處全力推頂左艙協助。近碼頭處，艙開大些(進車時船艙下風)，再令左舷拖船移到右艙帶纜，接近靠碼頭。

超強風由左後方來：右靠大船，右靠大船向右掉頭出港：如圖 40

- 右靠船，左後來風，利用倒車時，船艙倒向上風的特性，只要艙拖一拉，加上前俾略右打(或左打視船型而變)。如船艙 Space 大，無他船靠近，則倒俾左滿舵，艙拖一拉，加上橫向力應可開艙。
- 前俾只要保持船艙與碼頭一些距離，即可配合拖船向右打。
- 位置 3 可改滿舵正俾，Bow Thruster 往右打到可穩住出港航向即可。

操船點線面 - 19 港內操船第二要素 對地速度配合人和

第二個港內操船的要素，就是船隻的對地速度，這也是一個很大的迷思。(目測船速)

每次船隻撞了碼頭，或是撞了橋式機，原因都說是因為超速，速度太高，所以失控。船速的高低，與船位的控制是一樣的，是隨時在變的，順風的時候加速快/減速慢，逆風的時候加速慢/減速快，船隻的加速減速，都會有一個過程，所以船速是一直在變化的，什麼時候超速？什麼時候不會？這都是要考慮的因素。要撞上了，才去了解船速是多少？當然不行。所以要控制船速，一定要設檢查點 check point(一個或數個)，在每一個檢查點，船速應該控制在多少？速度才不會失控。

這在所有自動控制系統，都是一樣的，有一回饋與校正的機制，包括人為的操作，都需要有這樣的修正的機制，從圖 41 船速的檢查點 來看，

1. 左邊的這個圖形，綠色的是代表領港操作，所希望達到的車速。左邊紫色的，就是領港的船速檢查點，在一海墜的前面，速度要保持在三節以下，在接近 3 個 cable 的時候，速度應該是 0.3 節左右。他的船型是舊的巴拿馬極限型，300 米長度。

• 右邊這個進港圖，很顯然的外港防波堤上的位置 1，可以做檢查點 1，需要檢查一下船速，在早期的時候，船頭會報告，"報告駕駛台，船頭通過防波堤"。那時還沒有 doppler log，聰明的領港，上駕駛台的時候，就已經看過船頭到駕駛的距離，船頭報通過防波堤的時候，就開始讀秒計時，利用船頭到駕駛台距離，通過的時間是幾秒來估計船速(目測船速)，現在不必這麼麻煩了，船速在 ARPA 或 ECDIS 上都一目了然，然而任何事情方便了，就容易疏忽，船長領港一看螢幕，就知道船速多少？要他看著窗外景物，說出現在船速是多少？他反而說不出來，會失去對船速的感覺，不能感覺到船速是否太快了？或是感覺船速太慢了？要知道日本火車準時的秘訣，就是目測車速，進行調節到站時間，估計的速度要準到百分之公里的時速，即使現在儀表都已進化成數位式，但他們仍使用指針式懷錶。這是因為使用數位錶的話，無法在一瞬間從錶上看出距離下一站所剩時間，因此指針式的懷錶才會一直沿用至今。

- 檢查點 1：位置 1 防波堤口這邊，這要看船型與馬力的大小，雖然風浪大時，要用大車大舵，還是要檢查船速不可過高，應該保持 10 到 12 節的速度左右。
- 檢查點 2：通過內港的信號台的時候，要再檢查一次船速，這應該要降低到多少節的速度，要看靠東碼頭，還是西碼頭而定，在這個位置，領港可以在駕駛通過西碼頭橋式機的近腳時，就開始讀秒，讀到橋式機的另一隻遠腳的秒速多少，用來估計船速(目測船速)。例如橋式機兩隻腳的寬度是 30 公尺，某輪船長讀秒，這 30 公尺用了 10 秒通過，這時船速就是每秒 3 公尺，每分鐘 180 公尺，每小時 10800 公尺，換算成船速，就是 $10800/1852 = 5.8$ 節左右。或是計算兩各纜樁之間的通過秒數，就能掌握船速。(目測船速)，如果是九秒呢？時速就是 5.8 節的十分之九， $5.8 - 0.58 = 5.8 - 0.6 = 5.2$ 節。所以記個基本的秒數，再用內插法心算一下。(圖 42 用橋式機的跨距長度來估計船速)
- 或是在船席前，位置 3 的時候，可以讀取 40 呎長貨櫃的通過秒速，應該就可以掌握船速，如果時 10 秒的時間通過，每秒 4 呎，每小時 4 呎*60 秒*60 分/ 6076 呎 = 2.37 節。這對在船頭待命的大副，現在就培養靠碼頭的能力，目測船速非常有用。就跟火車司機堅持用指針是懷錶，看剩下的時間是剩幾個字(新加坡人計時的單位)，做大副要心算船速多少？要有目視的畫面，才会有以後對船速快慢的直覺。

對地速率與船位，是操船的要素，但這些只是其二，就像圖 41 左邊的慢速操船，離碼頭多遠，需要把速度降到多少，還要考慮到風向水流的因素，就像上圖右邊進基隆港(黃色箭頭代表風力)，所以到駕駛台後要先想像，靠碼頭前，船隻在各種位置的距離是多少？想想會有什麼不可抗力，利用手上的主機/舵機/船艏推進器，與拖船來調整，本輪在各位置所需要使用的車速與船艏向是多少？來控制本船的對地速度向量，這就是天時地利人和的配合。

對於要在港內掉頭或迴轉的船隻，還有一個要素，也就是最常被忽略的迴轉速率，船隻前進的慣性要控制，船隻迴轉的慣性，更是港內掉頭的關鍵。

操船點線面 - 20 港內操船第三要素 迴轉速率配合地利

港內掉頭的船隻，最常被忽略的是迴轉速率，船隻迴轉的慣性，更是港內操船的關鍵。這是因為港區裡面的水域有限，要在這麼有限的空間裡面，把船隻的船艏向轉好也許不難，因為眼睛看的到，會有直覺反應。但是要克服迴轉的慣性，卻是非常困難的事情。尤其船隻的主機，設計就是前進後退之用，現在控制船隻的橫向運動，避免碰撞，可說是無計可施。在海面上，船隻有足夠的前進距離與迴轉半徑來改變船位。在港內，空間有限，迴船池甚至只有 1.2 倍船長的大小，調個頭船頭船尾報的距離，一直是 30 到 50 公尺之間，迴轉或是掉頭，事實上都是非常困難的事情，所以除了船首推進器，經常都要使用拖船，或者是錨鏈/纜繩的協助。現在的船隻大型化，使用錨鍊，已經不切實際，所以只能用拖船來協助。但是拖船的馬力有限，經常需要配合船隻的迴旋支點來操作，所以一條拖船可能不夠？那要使用幾條拖船，就是由迴轉速率能不能建立？或是如何建立來決定。

現在我們看看圖 43，一條豪華郵輪，從外海進基隆港，要去客運大廈郵輪碼頭上下乘客。可是此時東北季風盛行，所以該輪進港以後，應該要向右轉，可是船體受到左舷來風，這時他要右轉的迴轉速率，就非常難以建立，所以應該要加派更多的拖船。如果這條船是一條貨櫃船，他要進港去東碼頭靠泊，而且是右舷靠泊，所以船隻就是按照圖上航向前進，再向左轉，右舷去靠碼頭，這時就算沒有拖船，貨櫃船也有很強烈的向左轉的趨勢。所以這時候的拖船，反而不是在協助迴轉，而是用來防止船隻迴轉太快。所以該輪只要能夠好好控制前進速度，一條拖船的數量應該就已足夠。

實際上的操作，進港的郵輪，要儘早帶上拖船。帶大拖船，立刻開始工作，全力推頂，如在圖 42 位置 2 的情形。要進港去靠東碼頭的貨櫃船，則只是帶的拖船備便，控制好船速，雖然是順風，比較難停車，只要頭纜先帶上，應該就沒問題了，如在圖 42 位置 3 的情形。(圖 43 使用拖船的數量與方式取決於天時與地利)

我們再看看圖 44，迴轉速率對靠碼頭成敗的影響。這個碼頭的走向是 144 度(碼頭的法線)，如果船隻從外海進港，能夠把船首像轉到 144 度，就是迴轉速率能夠成功建立。在有限的空間裡面，如果能夠把船艏向轉到我們需要的方向，即使船隻已經到了碼頭邊，還有多餘的前進速度，例如圖 44 左圖，該輪船艏向已經轉到 144 度，但是還有剩餘的前進速度 1.7 節，因為與碼頭平行，所以船隻還有向前緩衝的餘地，換句話說，超速也沒關係，只要你轉的過

再看圖 44 右圖該輪轉向不足(迴轉速率不夠的另一個講法)，船首向只有轉到 135 度，可是船頭已經到了碼頭，此時還有 1.7 節的船速，於是船頭撞到碼頭，造成船體與碼頭損害。這個固然看起來是像船隻超速，但實際的原因是，該船的迴轉速率沒有辦法建立，無法克服迴轉不足的狀況，領港當時心裡的想法，一定是今天這船，怎麼轉不動了。但是船到碼頭邊時，才知道轉向不足，已經來不及，就好像船到碼頭邊，才知道距離不足，可能超速，要有船速的檢查點，要知道迴轉不足的問題，就要有迴轉速率的檢查點。。

操船點線面 - 21 碼頭的走向是幾度？

如 圖 45 迴轉速率需要多少

1. 位置 1 船在二港口信號台的時候，船首向是 80 度，與碼頭平行的時候，位置 6 船首向是 144 度，需要旋轉 64 度的角度。
2. 從堤口到碼頭的距離，看起來是 6 倍船長，如果從位置 1 的駕駛台，量到位置 6 的駕駛台，實際是 5 倍船長的距離。這表示就是不帶拖船，以船隻的滿舵迴轉半徑來迴轉，這距離都是足夠的。
3. 以這條船 330 米來計算，到碼頭的距離為多少？是 330 米乘上 5 等於 1650 公尺，差不多是 0.9 海哩。
4. 這些(距離 1650 公尺，旋轉角度 64 度)，都是一定的數據，只要在海圖上面，量一量就知道的數據。
5. 至於迴轉速率需要多少？實際操船的時候，要把變數減到最少，也就是降低風險，所以要求在位置 5 的時候，船艏向就要轉到 130 度，剩下的位置 5 到位置 6，就是在慢速操船，等待船隻的對地速度向量調整到與船艏向一致(就是等待漂流角歸零)，這是消除船隻的橫向慣性。
6. 從位置 5 到位置 6，在慢速前進的船艏向，就是古典操船學裡面的近靠角度，或是攻擊角度，在這裡是 15 度。這個角度的大小，也是有學問的。
7. 從位置 1 到位置 5 的距離是 4 倍船長(330 米乘上 4 等於 1320 公尺)，需要轉 50 度，本船需要的迴轉速率，是由本船進靠的船速來決定的。如果船速越快，可以迴轉的時間就越短，船速越慢，可以迴轉的時間就越長。
8. 圖上，位置 1 在堤口上的時候，船速是 5 節，(這是胡領港的檢查點速度)

需要的迴轉速率是多少呢？迴轉速率=每分鐘迴轉多少度？

我們以位置一船速 5 節的速度計算，在位置 5 船速應該為 1 節（一倍船長減一節的速度），平均速度是 3.0 節， $(5+1)/2=3$ 。本船可以迴轉的距離是 4 倍船長，位置 1 到位置 2 是轉舵距離 WHEEL OVER POINT，迴轉第一階段迴轉速率是一分鐘 10 度，所以從位置 2 到位置 5 的時間=距離 3 倍船長 990 公尺/船速 3.0 節=10.7 分鐘，在 10.7 分鐘的時間，需要旋轉 40 度的角度，迴轉速率要到達 3.7 度/分。換句話說，在船速 5 節時，每分鐘 4.7 度的迴轉速率是最低的要求。總結來說，等到船隻開始迴轉時，每分鐘 3.5 度的迴轉速率是最低的要求。

講到這裡，又是池塘裡操船，要加上風流的估計呢？

一般來說，利用對地速度與對地航向的改變量，在迴轉的時候，可以計算出對地的迴轉速率，見上面的總結。在靠碼頭的時候，船艏向與碼頭的法線是關鍵(見圖 44 迴轉不足，船艏向與法線不平行)，轉的好時，船艏向與對地向量線都是 144 度，船隻與碼頭法線平行(迴轉的慣性，已經消除，沒有漂流角)。轉的不好時，對地向量線是 114 度，與碼頭不平行，船體有插入碼頭 30 度的橫向動量(碼頭走向 144 度)。船艏向雖然已經轉到 135 度(碼頭走向 144 度)，船頭還有插入碼頭 9 度的角度。換句話說，船體插入碼頭的角度雖然只有 9 度(135 度，紫色箭頭)，但是船體對碼頭與碼頭機具的作用力，卻是 30 度的方向(114 度，綠色箭頭)。換個講法，轉的快時候，船隻迴轉產生的漂移，橫向動量，因為有預留餘地(藝術)，已經消除掉。轉的慢時候(技術不夠，加入的拖船/前車/Kick Ahead/車舵等資源不足，或是風流太大天時不利)，船隻因為橫向慣性，迴轉產生的漂移還在，把船推向碼頭，造成碰撞。

對我們接大船的同仁來說，因為迴轉慣性，產生的橫移，固然可怕，是我們要特別注意的，但是在 0.2 節的橫向近靠速度下，還是可以接受，比較起來，靠碼頭時，我們更要注重船隻的船艏向 HEADING，不能超過 3 度，是否對正 144 度，才不會有船體插入碼頭的角度。如同我們在談避碰的時候，講到兩條平行線是不會發生碰撞。能夠保持船隻的船艏向，平行碼頭的法線，就可以降低撞碼頭的風險。**要靠碼頭時，第一件事，船長要記得碼頭的走向是幾度？**要把船隻的對地航向調整到與船艏向一致(HEADING=COG 紫色箭頭)，才不會有船體對碼頭的作用力(綠色箭頭)，也是很重要。沒有把握的時候，就要留出一些空間。甚麼空間呢？

操船點線面 - 22 水下因素：岸推力與淺水

靠碼頭時，沒風沒流，可以做完美操船，但是風流還不是唯一的外力，見圖 45 淺水效應，還有岸推力與淺水效應，比較圖 47 (迴轉不足，船艏向與法線不平行)，右圖的迴轉看似完美，但是已經受到岸推力的影響，原因可能有二，

第一是在位置 1 堤口時，整條船船位太靠左舷，左船尾受到岸推力的擠壓，造成迴轉困難，

第二可能是，該輪在到達位置 1 之前，就已經用舵向右迴轉，等該輪在到達位置 1 之時，左船尾太靠近碼頭信號台移動，受到岸推力。

- 淺水效應指的是，船隻在水深較深的地方，迴轉比較快，因為船底的水流補充快。在水深較少的地方，水流補充不足，船底會有亂流，造成真空，有時甚至無法移動，就像船隻留戀下面的陸地，所以又叫嗅地效應 smelling the ground。

靠碼頭時，希望沒風沒流，船體不受外力影響是不可能的事，所以要留出空間，這是操船的藝術，留白。如上圖，留出灰色船隻的空間，

1. 把船停到離碼頭 1 到 1.5 倍船寬的位置，
2. 調整船艏向 HEADING 與碼頭平行，
3. 船隻以極慢速平行靠上碼頭，

離碼頭 1 到 1.5 倍船隻寬度的位置停船，如果有任何船體插入碼頭的角度或船隻的對地航向，調整到與碼頭平行，船艏向一致後，船隻才以極慢速度平行靠上碼頭(橫靠的速度，要看公司規定，一般介於 0.2 節(大船)到 0.5 節(小船)的速度靠上)，這就是留出的空間，上

面那條灰色的船身，就是我們需要的誤差空間，才会有時間可以調整。

操船點線面 - 23 迴船池的迴轉，迴轉速率又是多少呢？如圖 49

- 在位置一船速 3 節，位置 2 船速 2 節，位置 3 船速 1 節，在位置 4 前進船速應該為零，平均速度是 1.5 節。從位置 1 到位置 2 是用舵的時間，真正的迴轉是從位置 2 船速 2 節時開始，這是船隻的迴轉特性，即使是在港裡面也是一樣。在位置 2 到位置 4 的距離是 1.5 倍船長(333 米乘上 1.5 等於 499 公尺)，平均速度是 1.0 節，需要轉 115 度(080 到 324 度)，時間是 $499/1852=16.0$ 分鐘，在 16 分鐘的時間，需要旋轉 115 度的角度，迴轉速率要到達 7.2 度/分。換句話說，船速 2 節接近時，每分鐘 7.2 度的迴轉速率是最低的要求。這是平均值，還沒有估計開始迴轉，迴轉速率從 0 到 7.18 度/分的啟動過程

- 這裡的迴轉是，不分船隻的進倒車，持續不停的轉，直到船首向對正航道為止。
- 這裡也沒有估計進倒車時，迴旋支點的變化，與迴旋支點的變化，對迴轉速率的影響。

現在先加上迴旋支點的變化，就可以看出其中的奧妙。如圖 50

- 位置 2 與位置 3，船隻有前進速度時，風力作用在船尾右舷，船隻向下風轉困難(左轉)。

這是通例，船前進的時候，向下風轉困難，船隻倒退的時候，是艙上風快，船頭下風快(如位置 4.5.6 時倒退，黃色的迴旋支點在船尾，船頭向下風快)。

- 再看仔細一點，現在是右舷來風，進車時左轉(船頭下風)困難，倒車時左轉(船頭下風)快速，如果是左舷來風，進車時左轉(船頭下風)快速，倒車時左轉(船頭下風)就會困難。

總結就是，進車時轉不動(困難)，倒車時就容易，進車時容易轉，倒車時就轉不動(困難)，進倒車時的迴轉性能，因為迴旋支點位置變化，剛好相反。沒有轉不過去的彎，只有看你會不會利用進倒車？遇到強風且風向不利於向下風轉時，應該考慮即時減速停車，利用倒車時，船頭下風轉快的特性，來進行掉頭。這可是比用下短錨掉頭，更保險的辦法。總結，進車船頭下風慢，倒車船頭下風快。這個要牢記。

- 從圖上來看，位置 1 到位置 4，都是在拼命減速，沒有車葉的排出流，又沒有船速，當然沒甚麼迴轉的舵效，想要順利向下風轉向，並不容易，左滿舵只是好看。真正的迴轉是，是要等倒車來的時候，才能夠開始加速左轉的。

圖 51 考慮風力影響作上風，迴船池的迴轉，與其衝到位置 4，才開始迴轉，還不如在位置 1，就開始全速倒車，盡快把船速降到零(位置 3)，因為向下風調頭困難，其實船隻是順風的，此時不但向下風轉向困難，而且減速也很慢，要提早減車。等到倒車來的時候，加上倒車的風帆效應，船體還會向下風移動。

- 然後利用到車好轉的特性，協助掉頭，萬一退的太快(位置 4)，
- 還可以用左滿舵短進車(KICK AHEAD)，來協助制動後退速度，加速迴轉的速率。如上圖。
- 如果倒車速度控制的好，大部分的機率是好的，因為倒車時，還有風力在煞車，見上圖，

- 在位置 4 的時候，就可以啟動向前，不必繼續向後。輕鬆愉快，大部分的船長，只有看到轉的順不順，可能還不知道，船隻在進退之間，船體的受力，發生了甚麼變化。

操船點線面 - 24 拖船的運用

傳統拖船，螺旋槳葉片固定，最多就是用個套筒包著，增加它的推進效率。拖船的轉向需藉著船尾的舵板，跟大船的操作是一樣的，會橫反拖 Gird，也就是大船突然加速時，拖船會被大船拖翻掉，如果拖纜與拖船的船身打橫的時候。圖 52 傳統拖船

Z-Drive 全方位的螺旋槳拖船 AZD，他的好處是沒有船舵。施力的方向直接由旋轉螺旋槳的垂直柱，來改變他推力的方向。一般裝在床尾的出纜孔下方，方便立刻改變出力方向，一般會在船底裝置加大的龍骨舵板 SKEG，適合他來操作被動式拖力。圖 53 AZD 全方位推進拖船

Voith Schneider propeller (VSP) 無敵龍卷風

四片葉片，配合其在上下左右不同的位置時，改變葉片角度，立刻改變出力方向，因為葉片比較沒有慣性與動量，出力最為機動靈活。

<https://www.youtube.com/watch?v=F5fGFxCL-yI> How Tugboat Works

雙主機，深吃水，每一個螺旋槳都可以 360 度轉向，加上拖纜，除了可以直接出力以外，還可以利用船體的阻力，協助船隻停車，或者是迴轉。見圖 55 被動式拖船 擋水式，原本是大忌的拖船橫反拖，現在成了最有效，力距遠，面積大的迴轉阻力。大船前進或是迴轉的動力，被拖船的水下體積擋住(加上拖船本身的重量)，既能協助船隻停車，又能夠制動船隻向左右迴轉，拖船本身的動力，用來維持拖船船體的方向來擋水。利用新式拖船的橫反拖，在新的巴拿馬運河是領港的必修功課之一。拖船作用在船體，雖然會改變船隻的迴旋半徑，但是要看作用力的比例大小，拖船在船艉部分施力的時候，迴旋支點在船頭(圖 56 拖船的施力點，左圖黃點)。拖船作用在船頭的時候，迴旋支點在船艉(圖 56 拖船的施力點，右圖)

如圖 57，在位置 6 時，本船與碼頭的角度是 0 度，也就是進靠角度為零，這是理想。想像是如此，但是有的領港不願意，因為後面的重頭戲，才要開始，靠拖船與纜繩頭俾出力，把船推上碼頭。見左圖，本輪到碼頭邊，進入位置，船速為零，頭纜帶上一拉，迴旋支點就到了後面，此時再用拖船往裡面推，作用到迴旋支點，船隻前後受力，如果勢均力敵，互不相讓，迴旋支點位置就移到船中，好是很好，只是苦了領港拖船與船頭船尾，靠的時間太長，頭纜艉纜要一寸一寸的收，遇上離岸風與陣風，絞纜繩非常吃力，船頭人員就要提心吊膽。這是傳統作法，有效但是比較慢。

見圖 57 右圖，本輪到碼頭邊，進入位置，船速不為零，迴旋支點還在前面，頭纜帶上用力拉，但是頭纜與迴旋支點的力距太近，作用有限，反觀船尾的拖船到迴旋支點的力距就很大，所以同樣拖船的推頂力量就很有效，

- 進車時靠尾，進車時先靠上船尾，比較容易。反之，
- 倒車時靠頭，倒車時先靠上船頭，比較容易。

帶上頭纜後，要用進車還是用到車，可以視船頭船尾進靠的速度來決定，進倒車的速度，只要一點點就夠了(圖上是 0.5 節)，不必拼命加大車，危及前後船隻，普通船隻前後可能留 50

公尺(一個半纜樁的距離)，0.5 節就是每分鐘 15 公尺的速度，50 公尺表示我們只有 3 分鐘的時間操作，如果進車能夠控制在 0.5 節以下，只要有前進速度就好，這樣操作的時間就更多，需要停車時船隻反應比較快。順便提一下，看看船邊纜樁移動多少，就會知道目前船速多少？安不安全？

碼頭邊進倒車，如果要考慮風向，見圖 58 攏岸風停平靠，

- 風力從西南方而來，吹攏風，進車時頂風靠尾，倒車時靠頭，
- 風力從東北方而來，吹開風，進車時順風開尾，倒車時開頭，

知道對地速度，就知道迴旋支點在哪裡？知道風力從何而來，就知道開頭開尾何者比較快？

- 進車時擺尾，倒車時搖頭，要擺哪一邊，就看風與流。

想像你要往前跑的時候，屁股要先翹起來(擺尾)。想要往後跑時，一定要先回頭看(搖頭)。

同樣拖船的出力，因為進倒車改變迴旋支點的位置，拖船作用的力臂(=作用力到支點的距離)就會有很大的改變，見圖 59 拖船施力的力距，

- 船頭船尾拖船作用的力距，在停車時都是 15 噸 X 80 公尺=1200 尺噸，前後相同。
- 在進車時，船頭是 15 噸 X 40 公尺=600 尺噸，船尾是 15 噸 X 120 公尺=1800 尺噸，船頭船尾相差 3 倍。

同樣是拖船的出力，進車時擺尾，倒車時搖頭。

操船點線面 - 25 進港的第一階段，進堤口

前面講那麼多，都是迴旋支點，想要討論一下迴轉半徑，好像又沒有必要，因為在港區裡面，如果需要船隻開始迴轉，只需要在一倍船長的距離前用舵(WHEEL OVER POINT)，應該用船身標示一下，就可以了。現在我們首先看看高雄二港口的港區圖，如果本船現在要去靠第五貨櫃中心。那我們心裡面有什麼樣的畫面呢？首先就是進港的第一階段，進堤口

進港航向的選擇，如同圖 60 進港的轉向點選擇，當然最好是盡早對正防波堤口子，並延伸到外港藍色航線。原因很多，

- 堤口上的流水，經常都是最急。如果你要如同圖上的白船，到了堤口，才要開始轉向，船隻就失控，那你就會搞不清楚，到底是流水太大，還是舵效不夠，還是淺水效應，還是岸推力，還是水下迴流的作用。
- 就算你的船隻沒有失控，這些奇怪的作用力，造成船首向忽左忽右，讓你沒法穩住船首向，於是你就無法立刻減速，無法減速，你就有可能衝進去擱淺。
- 萬一有船出港，不必甚麼大船，只要一隻竹筏衝到船頭，就會讓你手忙腳亂，船向已經不穩了，又沒有緩衝距離，各位應該知道船頭，是本船操船的死穴，是兵家大忌。
- 防波堤口子兩邊，經常都會有些小型的船隻，在哪裡拋錨，妨礙大船的迴轉。
- 藍色的航線裡面，還有進港的疊標 RANGE LIGHT 可以參考，作無定位導航，看船位是否受到風力流水的作用，偏在左側，或是右側，可以隨時修正。

其實這應該是基本要求，因為防波堤的口子兩邊，經常都是錨區，有很多下錨的船隻，或是交通船，補給船等，雷達打不到的船隻。所以事實上，不太可能如同白色的船隻一般，把轉向點直接設在防波堤的口子上，除非是小型船隻，防波堤寬度相對足夠。

如果沒有辦法對正防波堤，直直開進來，再不濟也應該要把轉向點，設在離防波堤的口子之前，六倍船長之處，如同綠線所指紅船更遠之處，如果要學操船，應該要知道，這個轉向點是對迴旋支點而言，表示在這個點，船已經轉到 080 度，而且馬上準備加車，可以利用保留的舵效，快速通過防波堤的口子。所以，從紅船到咖啡色船的距離是個加速的過程，這在進可倫坡港的時候，尤其重要。如果是像高雄這種天下第一良港，似乎沒有必要，除非是強勁的西南季風或是黑潮旺盛的時候。

通過防波堤時，是第一個船速檢查點，船長要知道這個港口，需要用多少速度進港，舵效才夠，進了港以後，又如何？當然是減速，減速要減到多少，才能夠準備迴轉的輕鬆愉快，操船的藝術。

操船點線面 - 265 進港的第一階段，進堤口後減速

進港後的第二階段，就是進堤口後減速。減速的前提是，船隻的航向已經穩定，切勿在船首向還未穩定的時候，就先減速。減速後的舵效，就沒辦法把握。其實這是有口訣的，在港裡面是大膽用舵小心用車。意思是，港內的操船，都應該先打舵打滿舵，大膽用舵，再用車用小車，小心用車。因為船隻的舵效比車速來的慢，所以需要先用舵再用車，這樣時間的配合，才會剛剛好。

所以船隻在進了堤口以後，

- 首先要 STEADY ON 080，穩舵，沒有迴轉速率以後，才可以開始直接減車，快速的減車，（咖啡色船在堤口）

- 停車或減車之後，要看船體外面的風力狀況如何？減車以後，要看看迴轉的趨勢如何？如果船隻很快的向上風迴轉，這時候就要先打下風的滿舵，再用短進車來制動船隻的轉向，如果天氣可以，可以交給舵工去操舵。

- 等到接近內港防波堤的時候，特別注意船身位置，是否在疊標的正中，如同（藍色船的位置，也就是距離口子前 1 倍船長的距離），通過 115 碼頭後線櫃場即停俾滑進（淌航），做減速迴轉，一方面這是帶內港拖船的時機，這時候就可以開始向要迴轉的那一舷用舵用滿舵，即使使用了滿舵，如果沒有相當的前進距離，船隻也不會開始迴轉。在外海的時候是這樣，在港裡面的時候，也是如此，因為迴轉第一階段，只有船尾舵板的作用，這就是船隻的迴轉特性。

- 藍船的位置，是開始停車，使用滿舵，大膽用舵小心用車，如果船隻還有剩餘的速度，滿舵可以幫助煞車，繼續前進到綠色船的時候，也就是船隻的迴旋支點，已經通過了內港防波堤的最窄的地方，也就是高雄的信號台，繼續使用滿舵打倒俾準備調頭（航速約 5 節以下）。在這裡，我們又一次看到了先用舵再用車的時機。

- 先用舵再用車，還有一個好處，先建立的右轉趨勢，可以克服綠色船身的左後舷，受到的岸推力影響，尤其是進內港防波堤的速度太快的時候，岸推力受水下地形的影響更明顯。

最後再看看圖 62 進港的第三階段 減速調頭，再總結一下。

1. 進港航速在港外約 8-10 節：位置 1
2. 通過防波堤開始減速至 D/SLOW 約 6-7 節：過位置 2
3. 通過 115 碼頭後線櫃場即停俾滑進，特別注意船身位置：過位置 3
4. 通過信號台航速約 5 節以下 打倒俾準備調頭：過位置 4

5. 拖船備便協助推頂調頭

操船點線面 - 27 進港全彩圖

進港的航路選擇，至少要在

- 位置 1: 口子前兩倍船長的地方，位置 1 的紅色船位，本輪就應該已經就位，航向要對正進港的航向 080，在位置 1 之前本船船速與迴轉速率，應該儘可能的低(SLOW AHEAD)，這是預留舵效，為下面的衝關做準備。
- 位置 2: 從位置 1 紅船到位置 2 咖啡色船位，將會遭遇到很強的流水，但是從哪邊來呢？從防波堤前兩倍船長位置 1 的紅船，就要開始加車，以增加舵效與減少本輪受流水的影響時間。
- 咖啡色船的位置 2，本輪要 STEADY ON 080，等到舵工回報後，才可以開始減車減速，減速至 D/SLOW 約 6-7 節。
- 位置 3: 到位置 3 的藍色船位，即停俾滑進，本輪要使用滿舵，產生迴轉速率與減速的效果。
- 位置 4: 到位置 4 的綠色船位，通過信號台時，航速保持約 5 節以下，打倒俾準備調頭，準備帶拖船迴轉。
- 位置 5: 到位置 5 的黃色船位，本輪要已經完成大部分的迴轉(迴轉速率為零)，對正靠碼頭的航向 130，這段距離用來消除橫向的動量，也就是消除漂流角。
- 在港裡面，看起來是個連續操作，其實還是有一個航行計畫。

進釜山港右轉調頭失敗 圖 63

某 13,900 TEU 貨櫃船 Milano Bridge 2018 年造，在釜山港撞 PNC #8 碼頭與其他船隻，剛裝完脫硫塔出塢，空船又順攏岸風 2-3 級，螺旋槳與舵板部分出水，船頭船尾帶上拖船，但是甲板乾舷太高，拖船的拖纜角度太高，拖力不佳，頭車效用不明，圖上六個船位由

1437 時開始右轉，右舵 20/微進車，船速 9.3 節。

此時，距離碼頭 4.3 倍船長的進距，約 1420 公尺，以船速 9.3 節前進，每前進一倍船長的距離，船速需要減 2.16 節($9.3/4.3$)，如果以一倍船長距離減一節的標準，這是明顯的超速，需要立刻減速，不可微進車。如果以 9.3 節的速度前進 1420 公尺是 5 分鐘的時間，需要的迴轉速率大約為 16 度/分($80/5=16$)。

,

1439 時，右舵 20/停車，船速 7.6 節。

船艏向比起 2 分鐘前，已經轉了 10 度，然而對地速度向量的方向，仍然是不變，過了 2 分鐘，以前面計算的迴轉速率，顯然是轉向不足，現在船隻的迴轉仍是第一階段，船體並沒有發生擋水的功用，但是主機停車，進入減速迴轉的局面。船身距離碼頭只有兩倍船長，船速 7.6，顯然超速太多。

1442 時，右滿舵/全速進車，船速 5.2 節。船艏拖船全速後拖。

就像前面陳領港總結的，有漂流角的時候，加車可以消除漂流角，此時對地速度向

量的方向變得與本船的船首向相同，但是右滿舵大車，只有加速船隻向前的動量，船體擋水的第二階段，仍然沒有發生。前進碼頭的距離，只剩下一倍船身，船速 5.2 節。船艏向與碼頭約有 20 度的功角。

1444-47 時，進車與不同的右舵舵角，用來脫困，船速 6 節。船頭拖船動作不明。

船身已經與碼頭法線平行，領港並沒有回舵，仍然企圖繼續右轉，利用船隻的前進來創造與碼頭的橫距，可惜前面的超速，留下的橫向動量，使得對地的速度向量方向，並沒有改變，船艏繼續向碼頭接近。如果領港改變作法，先穩住對地速度的方向，保持與碼頭法線平行，並減速停車，可能可以避免碰撞碼頭的橋式機與前船。這是我們在近接避碰得到的心得，兩條平行線是不會相交，造成碰撞。

1449 時，碰撞橋式機，使用海上全速前進，船速 5 節，領港還是沉浸在海上避碰操船的心理，以為可以利用前進運動，來創造正橫距離。

1450 時，緊急全速倒車。

1452 時，碰撞前船與另一台橋式機。

操船點線面的討論，是由操船點開始，也就是由迴旋支點開始，古典的操船理論，卻是以船位為主，其中的不同點，前輩之所以把整條船的位置，都標出來，就是因為對迴旋支點的了解不夠，只能如此行事，自從有了迴旋支點的理解以後，船頭跟船尾的受力，以及受力的反應，才能取得合理的解釋，可以理性分析與實驗，雖然船隻運動所受到的天時地利人和，不可抗力以及各種地形因素，對船隻船體應力變化的影響，隨時在變，時時在變，但是借助新式科技的進步，主要是 GPS/BDS，又被電腦整合到一條簡單的對地速度向量線，我們的操船線。對地速度向量線的顯示，這不能不說是初學操船者的一個幸運，這個釜山空船運轉碰撞的案例，又讓我們更為了解迴轉的三個階段理論的正確性（空船就是沒有第二段水流的阻力，造成船隻的原始前進動量無法抵銷），對於船隻的運動，這對以後的操船理解，有很深刻的影響。但是操船問題無論是多複雜，最後又變成速度向量線的單一顯示，所以不論是否有帶的拖船？還是逆風？船速是否太高？用車太慢？舵角足夠還是不夠？船長如果能夠善加利用對地速度向量線，就能夠化繁為簡，我們也能夠明白，當年鐵達尼號的愛德船長，為何能夠操船操的出神入化，做到人船一體，原來就是用心去體會船隻對地運動的速度與方向，當然這個是需要實際檢驗演練，才能得到最後結果的確認，但是很清楚的，就任何複雜的操船，都需要有對地速度向量線的標示，才能有清楚的解釋。

同樣的道理，我們看下圖，進高雄內港左轉調頭(圖 64)

- 位置 1: 在船頭迴旋支點通過窄口時，左滿舵(第一階段迴轉與減速)，保持航速 5 節以下，打倒俾準備調頭。
- 位置 2: 然後本船通過窄口後一倍船長的距離，因左滿舵開始向左邊轉(第一階段迴轉未完成)，船速持續降低。
- 位置 3: 本船前進一倍船長(進入第二段迴轉)，此時應用拖船或頭車協助左轉調頭，如果都沒有，應該全速倒車，等到船身後退時，Poor Man's Tug 就來了，等到倒車時，船艏

就會上風，協助左轉向下風掉頭，但是要有耐性。POOR MAN TUG by God's will.

- 位置 4: 船隻繼續前進，船頭的迴旋支點(粉紅色)，已經衝出預定的航路，倒退速度已經建立，窮人拖船到位。
- 位置 5: 通過窄口之後的動作，都是全速倒車，水域比較寬之後，船隻的迴旋支點(黃色)，都在預定的航線上，當然，這只是就船位來講，如果我們再考慮流水的作用，也許是領港故意前進一點，以便有更多倒車的時間，利用更多艏上風的風力，來協助船隻迴轉。
- 船隻從位置 1 到位置 3，甚至在位置 4 還有前進速度的時候，都是右船尾受風，向下風掉頭困難。
- 所以也不必急，那就保留一點船速，讓船前進到位置 4，再建立倒車速度。位置 4 有倒車速度後，船艏上風，就方便多了。重點不是，向下風還是上風掉頭，哪一種比較難？而是，你有沒有事先決定，應該要利用進車掉頭，還是要利用倒車掉頭。

高雄內港，空船左轉調頭失敗，如圖 65

- 整個過程只有一艘拖船協助，推頂位置在左舷駕駛台下方，船長 316 公尺/船寬 45.6 公尺，主機馬力大: 62810 (KW)，倒俾性能佳，最大船速: 28.8 節，夏季吃水: 14.535m，事故時的顯示吃水 8.8 米為空船，俾舵沒有全部沒入水中，南風 2 級，不是強風。
- 圖 65-1 2130 時 船速 6.1 節，船舳在信號台的窄口上，距離前船 2 倍船長的距離，距離航道僅一倍船長，已經開始迴轉，船艏向約為 075 度，對地速度向量 085 度，漂流角約為 10 度，領港決定直接左轉，將前進速度向量線由 080 度，轉向至航道 324 度的方向前進，拖船雖然帶好，但是因船速過高，只能跟著走，頭車的作用在 6 節的船速，也不起作用。
- 圖 65-2 2230 時 船速 5.6 節，船艏在信號台的窄口上，右船艏太接近岸邊，可能有岸推力，阻止左轉的慣性，漂流角變大，拖船與頭車仍然不起作用，船速減得太慢。
- 圖 65-3 2330 時 船速 5.0 節，船頭接近航道中線，拖船與頭車不起作用，船速過高，迴轉太慢，此時應該全速倒車，否則拖船與頭車毫無作用，用一倍船長的距離，要減到對地船速為零，幾乎是不可能，即使有拖船倒車協助。
兩分鐘前進一倍船長的距離，距離前船 1 倍船長的距離，距離航道僅 1/2 倍船長，不是把船速減為零，就是完成剩下大約 60 度的迴轉，就算迴轉完了，船隻的橫向動量(漂流角)也沒有辦法處理，到這個位置，操船就注定失敗了。
- 圖 65-4 2530 時 船速 4.1 節，又過了兩分鐘之後，船舳接近航道中線，船頭距離碼頭半個船身 150 公尺，拖船與頭車還是不起作用，船艏向正北，轉了大約 20 度，迴轉速率約為每分鐘 10 度，速度遞減率為每分鐘 0.5 節，對地速度向量線方向為 025 度，指向碼頭船隻的船艏。
現在船長還是領港應該決定，是要用本船與拖船都進車大車 kick ahead，加速迴轉(增加船隻動量)，或是本船與拖船都全速倒車(製造水下阻力)，縮短對地向量的速度，改變迴旋支點，由前進調頭改為後退調頭。
- 圖 65-5 2700 時 船速 4.8 節，領港還是改不掉進車調頭的迷思，拖船與主機都在進車，第二條拖船也無用武之地，船速增加，迴轉無效，距離碼頭越近，對地速度向量線與拖船方向，都指向碼頭。

操船點線面 - 28 攏/離岸風靠碼頭

下面是進車掉頭的例子，也是攏岸風靠碼頭：圖 66 攏岸風靠碼頭

- 西南風，向右迴轉容易，但是要持續右轉，要堅持到最後一刻，才可以 KILL THE SPEED 完全停車，保持進車的態勢，不需要很快的前進速度，只要有一點前進速度即可。
- 有前進速度時，預期船隻會邊走邊轉，船頭容易上風，離開碼頭。
- 到碼頭前面，有倒退速度時，預期船頭會快速下風。所以應該保持船頭與碼頭，較平常為遠的距離，或是用頭俤適時地往外打，避免進靠速度太快，撞上碼頭。如果頭俤不夠力，可以用點進俤前進速度，把迴旋支點又調到船頭，來制止船頭迴轉進靠太快。
- 採取停平靠時，近靠角度應該小一點，提早與碼頭平行，保留較寬的碼頭距離，反正等一下，風力會把船推上碼頭。
- 船頭快速下風，向碼頭轉向太快的時候，應該進俤，停止倒退速度。
- 船尾快速下風，向碼頭轉向太快的時候，應該到俤，停止前進速度，。

下面是到車掉頭的例子，也是離岸風靠碼頭：圖 67 離岸風靠碼頭

- 右轉迴轉困難，近靠角度應該大一點，停車後船頭容易下風離開，可以先帶頭纜，制動船頭。
- 採取停平靠時，保留較窄碼頭距離，風力有剎車的作用。
- 要到最後階段，停車時，有倒退速度時，船頭會快速下風，離開碼頭，前面保留較多的近靠角度，比較容易與碼頭平行。
- 要先帶上頭纜，頭纜帶好後，才開始停止前進速度。
- 船頭快速下風，離開碼頭，應該停止倒退速度。
- 船尾快速下風，離開碼頭，應該停止前進速度。

一般來說，大型貨櫃船受風面大，比較關心，橫移時船隻的動量不好控制，因為他前後制動是使用主機，馬力夠大，制動橫向進靠速度時，是使用船首推進器(3000KW=4000 匹馬力=40 噸的推力)與纜機在絞，橫向推力就不夠，尤其是強風的時候，攏岸風不可以靠的太快，避免煞不住，離岸風不可離的太遠，免得靠不上。現在的名言是，使用放風箏的方法來橫靠，讓風把船隻吹向碼頭，重點是拉一下，放一下，先拉後放，避免產生太高的橫向動量，而不是先放然後拉，等到放得太快，拖船也可能會拉不回來。各位再仔細看看，

- 船頭快速下風，轉向碼頭，應該停止倒退速度。
- 船頭快速下風，離開碼頭，應該停止倒退速度。
- 船尾快速下風，轉向碼頭，應該停止前進速度。
- 船尾快速下風，離開碼頭，應該停止前進速度。

總結就是：還是要利用位置的變化，來控制橫靠的速度。

- 船頭快速下風，橫向速度太快，把迴旋支點改變到船頭，船頭動用進車。
- 船尾快速下風，橫向速度太快，把迴旋支點改變到船艉，船艉動用倒車。

圖 68 進倒車時，迴旋支點的位置變化，對力距改變最大時，將近 3 分之 2 的船長。這兩個操船的圖解，有一個很大的缺點，就是沒有標出對地速度向量線的方向與大小，可以說是早期的操船，沒有 GPS/BDS 的協助，只有迴旋支點的概念，雖然可行，實用性較差，但是已經

比古典操船輕鬆一點。

操船點線面 - 29 倒俾航行

某輪想要倒俾離碼頭，進入迴船池，

- 首先要知道倒車路線的方向是多少，黃線是 300 度，後退要走的，就是 120 度
- 碼頭的法線是 320 度，船隻用拖船開尾，船頭要向左轉 20 度以後，才可以開始倒車，
- 如果是小船，可以將船頭倒纜先絞緊，然後左滿舵短進車來開尾。大型船船艏向與碼頭法線不可超過 3 度，必須橫移至兩倍船寬的平行位置後，再調整船艏向至 300 度。
- 船尾打開以後，觀察船身是否轉到 300 度，看電羅經上的船艏向也可以。
- 雖然是倒著離碼頭，一樣要掌握船頭的方向與動態，記得上節的倒車動頭嗎？
- 在船頭的船中線上，選擇一個岸上目標物，如圖 70 倒車時，船頭目標的選擇，然後利用船艏推進器來控制船中線對正目標物的方向(船頭偏左，頭車向右打)。
- 這是因為倒車的時候，迴旋支點在船尾，船頭用船艏推進器比較好控制。只要把船頭控制好了，船尾自然就會按照我們預定的方向後退，不會跑鐘。
- 如果是反過來，面對船尾操船，這樣我們就會很難知道船隻倒退的方向，是否準確，因為沒有船身的方向，可以參考。
- 尤其是剛離碼頭時，船頭很容易撞到岸上其他機具，眼睛往船頭看，船隻的後退方向抓的比較準。
- 船尾如果有其他物體接近，請二副回報其方位距離，即可。

在航道中，倒俾航行。參見圖 71 倒車時，倒退方向的控制

- 貨櫃船上，首先找出船隻的中線(船艏向)在哪裡？這是條參考線，所以可稍微走動尋找，圖上是利用兩列貨櫃的間隙，在圖上是白線。
- 然後再由此船艏向，往前尋找一個顯著的目標，或是容易記憶的目標，一邊走一邊核對，該目標是否保持在本船之的船艏向上？
- 如果沒有保持在本船之的船艏向上，就要用船艏推進器來控制船頭的方向，這在很長的河道中，是重要的保持倒退航向技巧之一。現在的雙島式大船，要知道進俾時，本船是否維持在航線上，運用船艏目標往後看，也可以得到很好的控制，就像利用出港時的疊標，來通過流水強的航道，也是如此。

操船點線面 - 30 河道航行(目測迴轉)

河道航行時，目測迴轉的操作，請見圖 72 迴轉速率的控制(綠色為目標之相對方位線)

- 位置 1: 本輪轉向點之前 1 到 1.5 倍船長的距離，應開始用舵，這是用舵點 WOP，船隻經過這一段距離的前進以後，才會開始進入第二階段迴轉，產生漂流角，進入新的航向。
- 位置 2: 利用船頭附近的轉向浮標，如圖，右舷綠色浮標的相對方位，用來控制本船的迴轉速率，記得其相對方位在甲板上的目視參考點。
- 位置 3: 保持浮標在目視參考點的相對方位不變，代表本船的迴轉速率適當。(如位置 3 本船相對方位不變)
- 如果這一個相對方位的夾角變小，表示本船轉得太快，有可能會衝到河道的內側。

- 如果這一個相對方位的夾角變大，表示本船的迴轉速度太慢，以至於浮標方位落後，本船有可能會衝到河道的外側。

可參見下面的影片

https://www.youtube.com/watch?v=7y_RUMY0Bu4 Piloting the container ship Argos down the Savannah River

10 分 57 秒：橙色線段代表本輪的船首向(注意:不在前桅的方向)，黃色線段是切齊岸邊的相對方位線，如果我們要取甲板上的參考點，那這相對方位線的參考點，可以落在右舷紅色櫃子與白色櫃子的交點。圖 72-1 取目標與其相對方位參考點

11 分 05 秒：圖 72-2 目標參考點相對方位不變圖

- 橙色線段代表本輪的船首向，本輪有沒有迴轉速率，要看天上的雲彩，看到沒？本輪已經開始右轉了。
- 黃色線條是切齊岸邊的相對方位線，比較相對方位的參考點，記得右舷紅色櫃子與白色櫃子的交點嗎？本輪轉的好像快了一點，因為參考點落後有點落後。

11 分 15 秒：圖 72-3 目標相對方位參考點超前

- 橙色線段代表本輪的船首向，一看天上的雲彩，就知道本輪繼續在右轉。
- 比較相對方位線參考點的黃色線條，本輪轉的好像快了一點，因為參考點更落後。
- 此時，有一更好相對方位的參考點，就是綠色的浮標，相對方位線我們就不畫了。各位要看著畫面去培養感覺。
- 理想的目測迴轉的參考點，是在迴旋支點附近出去的方向(船身 4 分之 1 長度的方向)。

11 分 25 秒：圖 72-4 綠色浮標相對方位超前

- 橙色線段代表本輪的船首向，看看天上的雲彩，本輪穩定右轉。
- 黃色線段是岸邊的相對方位線，比較甲板參考點，本輪現在轉的比較穩定，因為參考點幾乎不變。
- 綠色浮標相對方位線幾乎不變，但是距離顯然是接近了。
- 相對方位線幾乎不變，這在避碰的時候是大忌，代表碰撞危機，現在卻是操船技術最好的證明。

11 分 35 秒：圖 72-5 綠色浮標相對方位不變。

- 橙色線段代表本輪的船首向，比較天上的雲彩，本輪穩定右轉。
- 黃色線段是岸邊的相對方位線，比較甲板參考點，似乎又超前了，本輪轉的比較慢。
- 綠色浮標相對方位幾乎不變，操作良好。

11 分 45 秒：圖 72-6 綠色浮標相對方位超前

- 橙色線段代表本輪的船首向，看看天上的雲彩，本輪穩定右轉。
- 黃色線段是岸邊的相對方位線，參考點繼續超前，本輪接近岸邊。
- 其實不是，以綠色浮標來做目視迴轉，目的是與右邊的航道邊線，保持良好的距離，因

為相對方位幾乎不變，表示操作良好。

- 到底要相信黃色線段的相對方位線？還是綠色浮標相對方位？顯然你第一關，都還沒過，對於會變的東西，操船永遠都是用最近的目標來參考，不管是目測迴轉，目測船位，目測方位，目測距離，還是目測船速。
- 我們要不要擔心來船，會發生碰撞，那也是無可奈何，操船永遠都是用最近的一邊來參考，本船只要保持在航道右邊的正确距離，依照以點制面的原理，碰撞就可以避免。

11 分 57 秒：圖 72-7 綠色浮標相對方位不變，本船繼續轉

- 橙色線段代表本輪的船首向，看看天上的雲彩，再回頭去找 10 分 55 秒的白雲，本輪向右轉了 20 度，迴轉速率是每分鐘 20 度，似乎太快。
- 黃色線段是岸邊的相對方位線，參考點又超前，相對方位變小，本輪轉的比較快，比較靠近岸邊，但是不重要。因為岸邊地形不規則，你應該用浮標來參考。
- 綠色浮標相對方位幾乎不變，迴轉操作良好。

12 分 23 秒：圖 72-8 綠色浮標相對方位不變，關心會遇的距離

- 橙色線段代表本輪的船首向，再回頭去找 11 分 57 秒的白雲，本輪向右轉了 14 度，迴轉速率是每分鐘 30 度。
- 綠色浮標相對方位 42 度，11 分 57 秒的相對方位是 35 度，相對方位變大，表示本輪要超越該浮標，但是也有視差的影響，船長在駕駛台的位置，移動到左舷外側，關心會遇的距離，由圖上看，可以看出本船已經通過來船的船艏。

結語；那綠色浮標的相對方位，何時應該保持不變？做目測迴轉的依據。何時可以變大？做避碰的依據。

那要看綠色浮標與新航線的正橫距離？這牽涉到平行游標線的應用，那就下節再述。

操船點線面 31 - 轉向時如何使用平行指標線

使用平行指標線做無定位導航：如圖 73

使用預設的平行指標線時，應該要小心顯示幕上的線條，是否就是本航次所設定的數值。

在相對運動顯示的雷達幕上(舊式雷達)，一個顯著岸上目標的回跡，會沿著本船的航線平行後退，其方向與速度正是本船對地的航向航速的相反方向。我們利用 ARPA 或 RADAR 上，一條與航線平行的電子游標線，切齊這個目標上，然後只要觀測這個目標，是否沿著這條平行游標線後退，有沒有偏離出這條平行游標線，就知道本船是否沿著設定的航線上航行，沒有偏離。

顯著岸上目標與本船航線的正橫距離，叫做平行指標 PARALLEL INDEX。

要在真運動顯示幕上設定平行游標線，可以先旋轉游標線至預定航向，平行切齊選定顯著目標，並量取其與本船航線的正橫距離，這是 PARALLEL INDEX，然後將平行指標線移動到顯著目標上，其回跡應該會沿著平行游標線往後移動。

只要本船保持在原來的航線上，岸上目標的回跡，就會沿著平行游標線後退，不會離

開。如果岸上目標回跡離開平行游標線，就表示船隻正在離開原航線。就需要採取適當的行動，以回到原來的航線，此時當值船副，就能夠立即決定，向甚麼方向修正流水 LEEWAY 的影響，不必再頻繁定船位。

使用平行指標線做無定位迴轉控制：如圖 74

位置 1: 第一階段是在原航線上，先取出平行游標線與浮標相切的正橫距離，設定好雷達螢幕上的平行游標線，觀察綠色浮標是否是在這條平行游標線上後退，並適當修正本船的航向，保持船位在預定航線上。在轉向點前 3 到 4 倍船長的地方，開始用舵，這是轉舵點。一般還會在這設一個用舵方位，也就是在位置 1 事先量出來要用來轉向目標的方位，經常是取正橫的目標方位，保持船隻在原航線上航行，然後觀測這個目標的方位，進入位置 1 事先所量出來的方位，就是要用舵的地點。

位置 2: 第二階段，用舵後，船隻會繼續前進 1 到 1.5 倍船長，然後船頭開始轉折，離開原來的航線，這時要觀測浮標的相對方位，並保持浮標在一定的相對方位。(做目測迴轉)

位置 3: 第三階段，等到船頭開始轉折離開後，船隻繼續前進 1 到 1.5 船長的距離，船尾開始離開原來的航線，或者是船頭已經接近浮標了，這時候就不能再用浮標的相對方位，來觀測船隻的迴轉。

位置 4: 第四階段，此時應該利用新航線與浮標的正橫距離，設定好新的平行游標線，來觀測本船的迴轉速率，船位是否在新的航線上？

雷達如果以真運動顯示，圖上綠色與橘色的平行線就是平行指標線，與航線的正橫距離應該在海圖上量取，綠色浮標應該沿著綠色與橘色的平行線後退。

起錨時，如何開出錨地，比照浮標的目視迴轉，觀測錨地船隻的相對方位變化。如圖圖 75 使用平行指標線控制航路

操船點線面 - 32 使用平行指標線檢查浮標位置

使用平行游標線在有浮標的航道，

- 可以快速檢查本船的船位，是否在航線上？
- 或者浮標是否漂離原來的位罝？在這裡，看是無關的操作，多此一舉，可是對於一些比較落後的港口來講，這是一個很好的實務，可以讓我們立即瞭解到，助航標誌的可靠性，以及助航標誌的位置是否正確？這在側視浮標系統上面，同側所有的浮標，都可以一次檢查到位。最容易走位的浮標，經常是 sea buoy，也就是進港的第一個浮標，或者是 No. 1 buoy。有了這種良好的實務，就不必擔心因為 sea buoy 不在位置上，而導致走錯航道的事情發生。如圖 76，四個浮標中，有一個紅色浮標，已經不在位置上，使用平行指標線就一目了然。

養成設定平行指標線的習慣，還能幫助本輪瞭望，例如在真運動雷達上，設定平行游標線如下，則綠船的動向便極為可疑，看圖 77 好像是很簡單的事，如果是在夜間，背景燈光很強的港口，這就可能救了你一命，這就是長慧輪的案例。事實上，如果你沒有做平行游標線的標示，你可能不會注意到這條船是否有 underway？是否會橫越本船的航道？這船是否在等領港？因而失去碰撞的警覺性。

實際的案例在此: Collision between container vessel Ever Smart and oil tanker Alexandra 1 <https://www.gov.uk/maib-reports/collision-between-container-vessel-ever-smart-and-oil-tanker-alexandra-1>

操船點線面 - 33 迴轉後的橫靠速度

前面我們說過順流調頭進靠碼頭，這裡是迴轉後的橫靠速度，我們在這邊做一點討論，可以了解船隻的操縱特性。如圖 78

- 船隻迴轉時，迴旋支點在船頭，所以船尾的動量/慣性比較大，也比較難制止，我們可以利用這一點，在橫靠碼頭的時候，在船尾建立較大的迴轉速率，來協助靠泊或是注意制動。
 - 然後在船頭部分，利用船艏推進器，或者是拖船的推頂，建立船頭跟船艏一致的橫向速度，這時船隻沒有前進的速度，迴旋支點很可能轉移到船艏的位置。
 - 如果我們沒有利用到船隻迴轉，船尾所產生的慣性，如果用拖船來建立這種橫向慣性，就非常困難。
 - 橫向慣性可能造成危害，也可能協助靠泊，在做大角度迴轉的時候，多一點的迴轉速率，幫助船位橫移，船長要先想好，本船迴轉完 180 度後，船位要在哪裡？是否需要橫向速度？或是攏案風造成不可抗力，要小心不要橫靠的太快？
 - 要調整船頭船尾的橫靠速度，有一個很大的困難，就是都卜勒測速儀的不穩定，有時候訊號，因為水淺容易失真，或者是因為到車的水流，產生氣泡時，都卜勒測速儀的讀數不準。現在有 GPS 的對地速度向量線，可以參考。有了 GPS 顯示的船速，對船隻橫靠的速度，就可以有一個比較明確的概念。船隻的迴轉速率，也是一個很好的指示，對於本船橫靠的態勢，有一個清楚的了解。
 - 如圖 78，進車前進到泊位前時，右滿舵迴轉，過了兩倍多船長的進距後，船隻迴轉至 90 度，此時船頭指向泊位船席的後方，顯然是轉得太慢，需要向前移動時間較長，船尾產生橫向速度與船頭的漂流角，等到與碼頭平行時停車，船尾仍然有向左橫靠的速度，船頭有持續右轉的趨勢，此時應該建立船頭向左的橫向速度，用拖船或是頭車將船頭向碼頭推，注意控制船頭如果向碼頭太快，船艏會失去向碼頭的橫向速度，所以要機動利用頭車，不要把船艏的橫向速度刹住了。
- 如同前述，如果單純的只是利用對地速度向量線，來判斷船頭船尾的進靠速度，在距離碼頭遠的時候，不成問題。在距離碼頭橫距不足時，就要使用都卜勒船速，分開觀測船頭船尾的進靠態勢，來精細的調整。

有時候，也許我們也可以利用風力，來協助我們的橫靠。如圖 79 攏/離岸風的橫靠速度控制

- 本輪開始迴轉時，也是使用右滿舵，向上風迴轉，所以迴轉速率建立的非常快。
- 迴轉速率太多時，可能需要先正舵，降低迴轉速率。
- 保持船隻與碼頭平行，等到船隻沒有前進速度的時候，利用風力的推頂，把船隻往下風的碼頭推。
- 如果風力過大，便需要使用左滿舵短進車，把船尾推開碼頭，避免橫靠太快。

- 至於船頭的部分，是使用船艏推進器持續的向右舷推，以抵抗風壓。因為船首推進器的馬力較小，所以操作的時候，應該是保持船艏推進器持續的出力，等到船尾靠的太快的時候，才使用短進車滿舵，把船尾推開。
- 或者視情況，降低船艏推進器的出力，讓船頭下風。
- 這個 POORMAN TUG(風力)是死活不顧，忠心耿耿，盡忠職守，風力小的時候還好操控，風力大的時候，就應該叫拖船備便，把船身拖住(放風箏是靠泊)，不要靠的太快而失控。

離岸風，如右圖，

- 東北風從迴轉開始，就跟本船的迴轉方向做對，所以迴轉速率很難建立。
 - 如果風力的小的時候，船隻還可以建立足夠的迴轉速率，如果風力太大，船隻很可能轉向不足，直接撞到碼頭上。
 - 這時應該利用全速倒車，這不是怕死，KILL AHEAD SPEED 是有學問的，等到有倒退速度的時候，迴旋支點轉移到船尾，船頭會下風離開碼頭。
 - 如果風太大，向下風轉不過去，就不應該繼續加車加大俾，而是要讓船速歸零，最好是保持一點倒車，利用迴旋支點的幫助，才會容易迴轉。
 - 如果迷信本船主機的出力與舵效，硬是要進車掉頭，很可能就是落得身敗名裂，事後研究原因，就是根本不懂迴旋支點在哪裡？出了事，還不知道錯在哪裡。
- 總結就是： 倒車動頭，進俾動艏。

操船點線面 - 34 超大型貨櫃船船舶的特點

下面就本公司的新船特性，作一分析，WH80X，LxBxD=336x51x14.5 meter，Deadweight 14 萬噸，主機 3 萬 7 千瓦，船速 22 節，頭俾 3 千千瓦一部。

一、超大型貨櫃船船舶的特點

(一) 船隻長、吃水深，可航水域的寬度、深度比例，相較之下，受到很大限制。限制水深係指航道港灣水深在本船吃水 3 倍以下，及航道寬度在船寬 8 倍以下水域而言，以 WH80X 為例，WAN HAI 888 吃水: 15.0 米 $\times 3 = 45$ 米，船寬: 51. 米 $\times 8 = 408$ 米。

(二) 船體側面積大，受風流影響較大。尤其甲板多層的貨櫃與船體形成巨大的風帆效應，受風力的影響非常大，容易使船舶飄移前進，對操縱產生影響。

(三) 水下體積大，淺水效應和岸壁效應明顯，停車滑行中喪失舵效時間快，滑行餘速大約？節時，就會失去舵效，需注意；但船頭的首側推器，或許可以用於改善此缺點，起到一定幫助的作用。

(四) 船舶質量大、移動慣性大、衝程較大，迴轉第一階段的船艏橫移量大(船寬的一倍，要 50 公尺)，迴轉直徑大(船長的 6 倍， $336 \times 6 = 2016$ 公尺 = 1.08 海里)，慢車時操縱較呆笨(水下體積大)。

(五) 主機馬力不夠大，加速度慢，同時也有較弱的倒車制動性能。

(六) 滿載時船舶瞭望盲區雖然沒有變大，但是船身巨大化，對船舶靠離泊作業，進出港航道航行及避讓行動，都存在不利的影響，需及早行動。

(七) 貨櫃船，滿載時，重心高度偏高，初穩性高度 GM 較小，橫搖週期慢；空載時船舶重心高度下降，起始穩性高，GM 值偏大，橫搖週期快。因質量大，船舶在轉向及避讓操作中，有

明顯的向外橫傾。

(八) 貨櫃船有嚴格的綁紮固定系統，GM 不同時，拉緊綁紮要求也不同，這要注意調整；壓艙水和油艙較多，自由液面對船舶穩性的影響大；。

超大型貨櫃船舶區別於一般貨櫃船舶的顯著特點：

一是長寬較其他貨櫃船舶有顯著增加，長度達 336 米，寬度至 51 米；

二是採取雙島式結構布局，盲區較小並視野開闊；

三是體積龐大，排水量巨大，即慣性大、衝程大；船長轉向操船時，最要注意此點。

四是主機功率為 37000KW，相較於其他線性尺度略小的經濟型船型，該船型單位質量獲得的主機馬力比率略小；

五是一部側推(3000KW)裝備於船首，相當於 4000 匹馬力的拖船。Bollard Pull 繫纜拖力是 40 噸，風大時，綜合推力完全不足，應該避免過度依賴頭車操船。

二、超大型貨櫃船操縱中應注意的事項

(一) 受風流壓影響的側面積大，在離靠泊、出港航道和狹小航道等航行時，應特別注意船位偏移，對受風流壓的影響，要有充分的估計，並留有充分足夠的餘地(藝術)，防止被風流壓偏離航道(注意對地的速度向量線(GPS)方向與速度)，造成船舶擱淺、觸礁、擦碰浮筒等事故。(這需要操船模擬多次)

(二) 因船隻慣性大和衝止距長，以 8 千箱為例，主機由常速 100RPM 降至港內操縱轉速(70RPM)需按電腦保護程式逐漸減速，大約需要 40 分鐘，因此在抵港前應按機艙要求做好充分的準備，提前備車減速，做正倒車試驗，並檢查主機換油情況，然後再根據當地法規，調整到合適的航速進港，駛到引水站或預定地點。

(三) 因船速快、質量大、GM 值小，在轉向、避讓操縱中應避免使用大舵角，以免造成嚴重向外橫傾，危及貨櫃安全。如需轉向或避讓時，應採用小舵角，一般不大於 5 度、提前轉向，以減小船舶橫傾。

(四) 因船速快，作為船舶駕駛人員，必須充分掌握超大型貨櫃船舶的特點，海上航行避讓時，準確掌握好避讓時間和 CPA，尤其與它船對向航行時，應在 6 海浬以上時，即採取避讓行動，因相對船速快，如距離太近或行動太遲時，極易產生被動局面；在避讓行動中，始終保持高度警惕謹慎駕駛，直至駛過讓清為止。

(五) 因迴旋時，船艏反移量大，進出港航道航行中，應注意不可離浮筒太近(50 公尺以上)，以保持安全距離，以免正橫距離小時，需要加 LEEWAY 糾正偏離，反而造成船尾擦碰浮筒。

(六) 因停車滑行中，喪失舵效的時機早(4 節以下)，如須採取頻繁進車以增加舵效，又可能會使船速過快。因此，在抵碼頭前，或抵達錨地前，可提前備妥船首推進器，需要時，可有效用於糾正船首偏轉、保持航向，或用於協助轉向。另外，船首推進器在靠離碼頭使用時，應注意防止解/收纜過程中，纜繩被吸入導流孔內。

(七) 由於駕駛台瞭望盲區大，船副在航行中，應以高度的責任心，採用各種有效手段，保持不間斷的目視、與雷達瞭望。應做到“早知道、繼續看、輕鬆讓”，避免產生被動、緊迫局面。

(八) 大風浪惡劣天氣中航行

1. 頂浪航行時，時時測量船隻的縱搖與橫搖週期，橫搖週期應與本輪的 GM 值相符，如果橫搖週期變大。表示本船的 GM 變小，應該注意檢查是否喪失浮力，各艙的水密性是否完整。
 2. 船隻的縱搖週期與波浪遭遇週期(Encounter Period)是一樣的週期，當縱搖週期等於橫搖週期時，最危險，船隻容易遭受同步橫搖，參數橫搖或連續的大浪，應該立刻調整航向、航速，防止產生巨大的波浪衝擊，損傷船體；航向的調整可能要到 50 度以上，航速可能要減到一半以上。
 3. 不論是航行接近岸邊，或在岸邊漂流時，如果遭遇到強流水，要注意流向是否與風浪方向相反，除了地形引起的三角浪，也有可能遇到超級巨浪，應該修改航向，避免在這些區域漂流或航行，以防遭遇巨浪，造成傷亡(如發明輪在雪梨外海掉櫃)。
 4. 橫浪航行如橫搖嚴重，應及時調整航向、航速以減小橫搖，尤應特別注意避免產生同步橫搖(船舶橫搖週期與波浪週期接近一致時)，造成橫搖加劇、貨箱綁紮鬆動損壞/損失，危及船舶安全、甚至造成船隻傾覆。
 5. 順浪航行，當風浪較大時，應特別注意當船隻長度與波浪長度接近一致時(或波長為船長的一半時)，極容易出現穩性大量喪失(當波峰位於船艙時，浮心位置提高，GM 變小)，當順浪航行出現規則橫搖時，應及早採取措施防止危險局面發生。
 6. 如果船艙向發生 20 度以上的快速偏轉，船體突然 20 度以上的大角度橫搖，應該立刻通知船長，做穩定度與水密性檢查，避免橫傾、橫搖加劇甚至傾覆。
 7. 當需要採取轉向掉頭時，同樣要認識到大風浪中轉向掉頭的危險性，首先要先觀察大風浪的變化周期，至少半個鐘頭以上，例如 8 大 2 小浪，或 9 小 3 大浪的周期，利用 3 個大浪剛過的時候，趁風浪小，船隻穩定性好的時候，立刻大傳大舵轉向，如果此時又看到一個大浪打來(剛剛觀測的週期不對)，應該立刻回舵，不要在浪頭上轉向，在小浪中分段轉向，不要強求，想要一次轉好，要隨機應變，用良好的船藝與操縱大船的耐心，確保大風浪中的船舶的操縱安全。
 8. 荒天中當值，船副應該時時注意觀測橫搖，縱搖與波浪週期，建立本船的安全參數，以供船長參考。
- (九) 因船速快，航行中經常會追越其他船，應注意在狹水道、複雜航區航行時，一定要保持高度戒備，加強目視與雷達瞭望，及早發現他船並判斷其碰撞危機，並及時使用 VHF 警告他船，當判斷無法脫身時，應及時減速，解除危機。保持有足夠的安全橫距，追越他船，防止在追越過程中出現緊迫局面，直至駛過讓清。
- (十) 航行中應經常測定船舶橫搖週期，測算實際的 GM 值。如有必要應及時、合理地調整壓載水，以滿足船舶全航程的穩性要求，確保船舶航行安全。
- (十一) 航行中遇密集漁船群時，應採取繞航措施，運用安全方位法遠離；切忌穿越漁船群，否則累死自己，不利航行安全。
- (十二) 超大型貨櫃船的淺水效應很明顯。淺水中航行船體下沉及轉向，引起的吃水增加較大。因此，在進入淺水區航行前，要做好充分的準備，留有足夠的餘裕水深，在淺水區、港口航道內，應備車減速慢行，開啟測深儀監測水深變化；另外應儘量調平吃水，最好平吃水，消除橫傾縱傾等影響。

1 萬 3 千箱船隻的航行計劃。該船營運後吃水大、航速快，對可航水域的水深及寬度要求大。在制定航行計劃時，應儘量減少水深對主機功率發揮的影響，一般選擇等深線 30 米以上水域航行；儘量使用海圖推薦的深水航道(相對水深資料可靠性要高)。

操船點線面 - 35 超大型貨櫃船舶的靠、離泊操縱

(一) 超大型貨櫃船舶的靠、離泊操縱

1. 靠、離泊方案的制定

要熟悉靠泊作業區泊位的情況，包括進出靠泊航道的通航密度、泊位長度、水域水深、寬度和風流等情況，在使用本輪船首推進器的情況下，計算出需要的拖輪數量；使用的拖輪數量應考慮天氣狀況，安全操作的距離，和盡可能節約的前提下的合理使用拖輪數量。

2. 靠泊操縱的要點

(1) 控制好餘速及船舶靠泊三要素：速度、位置和入靠攏角度。

控制好船舶以合適的速度靠泊，是成功靠泊的關鍵，對大型快速集裝箱船舶來說，更為重要。因為只要控制好速度的慣性，位置和入靠角度都還有時間，可以通過拖輪、頭車和車舵來調整，達到預期的靠泊安全要求。因船的質量大，所引起的慣性也大，餘速太快，對船身很難掌握控制，造成沒有足夠的時間去判斷形勢，往往盲目下達指令，驚慌失措，顧此失彼，造成緊迫局面。

控制速度應在距離泊位前，以雷達距離圈取出足夠的距離(例如距離碼頭一海裡，1852 公尺是 5.5 倍船長，船速應該是 5 節左右)，建立船速的檢查點，

在大舵角穩定航向後，採用停車滑行，來降低前進速度，

必要時也可利用拖輪和頭車來穩定前進方向，

航道寬度允許時，拖船帶好時，可使用本輪左右滿舵，或快速倒車來減速等。

進港靠泊必須備妥雙錨，以備應急。

(2) 力求平行靠泊，靠攏泊位前，一定要調整好船身，使船舷與碼頭法線基本成平行，才能以極慢的速度貼靠碼頭(小於 0.2 節橫向速度，注意 COG 的多少)，以放風箏的方式貼靠，不能有前衝後退的餘速，否則，將會造成碼頭或船殼損壞。

(3) 靠泊時要特別注意靠泊橫移速度的控制，以免損傷船體和碼頭。在靠離泊作業中，有時會發生氣象突變，如頂風靠變成吹攏風靠等情況，這時橫移速度的控制要更加小心，總之，先拉住再說。

(4) 注意岸壁效應。主要是由超速引起，還是要在定點檢查船速，比較重要。

(5) 視實際情況安排帶纜，一般是先帶前後倒纜。由於集裝箱船甲板人員較少，不要急於上纜，以減少船員作業的危險性。

一萬三千箱靠泊操縱，主要有幾大特性：

- 一. 是該船在尺度方面的增加，致使本身的側面積很大，甲板上又有裝載大量的貨櫃，使受風影響的面積更大，造成風側力矩很大，所以要充分考慮風的影響，更需要依

據港口條件和拖輪狀況制定合理的靠泊方案。

- 二. 是該船船首及船尾曲率大、乾舷高，特別是在吃水較小的狀態下，給拖輪帶纜造成許多困難。由於拖輪會擔心其上層建築觸碰大船，所以往往難以駛到艙艙帶纜孔正下方，需懸空帶纜或離帶纜孔甚遠而使用長引纜。這方面需要提前協調好拖輪，並讓帶纜人員做好自身保護。
- 三. 是該船由於拖輪繫纜位置離水面較高，所以拖輪制動的效果不是很理想，恰當地通過減車，或者停車滑行，把船速降到可用自身的倒車制動是操作的關鍵。
- 四. 是由於本船尺度大、質量大、慣性大，即改變初始運動的時間較長，所以入泊速度要小(包括橫移速度的控制)，並且需要留有足夠的橫距。
- 五. 是進港前要認真做好檢查和準備，確保船舶設備處於良好運行狀態；提前做好各種意外情況，如主機故障、舵機失靈、船舶失電、遭遇能見度不良、前方船舶失控等的應急預案。
- 六. 是本船在有流水的港口，在滿載狀態時，要用頂流靠泊方式靠泊(順流掉頭)，最好選擇流速較緩的時間段。
- 七. 是拖輪頂推進泊，需注意靠上泊位時的速度，由於船舶質量大、慣性大，如若靠泊速度過高，可能造成對船舶或者碼頭的損傷，即距離碼頭約 1/3 船寬(20 米，筆者經驗)，讓拖輪停止頂推，放長攬反拉，配合船舶側推，使靠上泊位時，速度為零。

一萬三千箱離泊操縱。超大型船舶離泊操縱與靠泊相比較，操縱較容易些。船長和引航員往往容易不夠謹慎，但個人覺得船舶每次進出港，都是高風險的臨界操作，而且每次的情況，都不會是完全一樣的，所以在離泊前，必須根據碼頭走向，可適用水域的大小、風流方向、高低潮時間、船舶吃水、船長、船寬、載荷情況、需要幾艘拖輪協助等，做出詳細而周密的離泊操縱計劃。船舶在離泊過程中，應考慮與周邊泊位及礙航物是否清爽，本船船體長，並且駕駛台前後都有貨櫃，盲區較大，直觀上判斷艙艙位置比較困難，需要與船首艙船副，做好溝通和配合。操作前一定要做到心中有數。在整個離泊操縱中，指揮協調拖輪及指揮解纜的每一個環節，都應步步謹慎。一般情況下，此類船舶離泊使用兩艘拖輪便可，但風大流急時，可視情況適當增加。離泊解纜完，拖輪應儘可能帶在靠近艙尾位置，必須注意讓拖輪充分放纜，增加水平拖力，保證拖輪效果最大化，拖纜保持足夠長度，加大拖力時，可以給纜繩一個緩衝，保證纜繩不會因為受力而斷纜。

總之，由於超大型貨櫃船舶其本身的特點，使其在港內航行操縱受到很多約束，操縱呆笨，所需迴旋區域也較大，操縱中應充分考慮其特點，和各種外界因素影響，制定詳細、周密的操縱方案。

- 在進港靠泊前，為控制航速需提前停車滑行，
- 因舵效喪失時機早，應提前備妥船首推進器，
- 至少帶妥兩條拖輪，必要時用以協助保持航向或協助轉向。
- 抵達港區泊位前，一定要控制好靠泊餘速，
- 掌握在距離泊位 3 倍船長時的餘速(1000 公尺)，應控制在 2 節以內，

- 距離泊位 1 倍船長時(300 公尺)，餘速應控制在 1 節以內，
- 抵泊位時，餘速應控制為零。
- 抵泊時的橫距應保持在 1 倍的船寬(50 公尺)。
- 因船舶水線上下面積大、質量大，靠泊中切忌船舶與碼頭有角度即“點接觸”，否則船舶巨大的能量，極易造成船殼凹陷、損壞，也極易造成碼頭碰墊的損壞。
- 靠泊中應適時利用拖輪、船首側推協助，隨時調整船位使之平行靠泊，即“面接觸”。
- 入泊速度應控制在小於 5 cm/s (180 公尺/時=0.1 節)，
- 接近泊位時及時用拖輪調整、控制入泊速度，使船舶穩妥、平緩地靠妥碼頭。
- 靠泊操作中，因艏艉盲區大，艏、艉駕駛員應及時將船舶周圍的環境情況，報告駕駛台，為駕駛台的準確操作，提供及時有效的參考資訊。

(二) 入泊角度與橫距—— 什么样的入泊角度與橫距是合適的？

問題：為什麼要帶角度入泊？利用本船橫向分力+流水作用的橫向分力。如圖 80 為什麼要帶角度入泊？

例如，當船舶餘速為 $V=2$ 節，切入角為 $a=15$ 度時，則本船橫向分速度為 $V_{T1}=2 \times \sin 15^\circ=0.52$ 節，如圖 80 所示；若水流流速為 $V_w=1$ 節，流向與碼頭線平行，與切入角相同，為 $a=15$ 度時，則流水使船舶壓向碼頭，產生橫向分速度為 $V_{T2}=1 \times \sin 15^\circ \times \cos 15^\circ=0.25$ 節，如圖 12 所示；綜合可得，以 15 度的切入角即可得到船舶總體向泊位的橫向速度 $V_T=V_{T1}+V_{T2}=0.52+0.25=0.77$ 節。

-----白白獲得 0.77 節的橫向速度，何樂不為？-----

如圖 81 水下側面積的側壓力？

試驗資料顯示，當一艘船長 368 米、吃水 14 米的大型集裝箱船舶（水下側面積約為 5000 平方米），受到 1 節的正橫流時，在水深吃水比分別為 3、1.5、1.2、1.1 淺水環境中，產生的側壓力（可以理解為需要同等系柱拉力的拖輪協助，才能抵抗流水的漂移）分別為 80 噸、140 噸、200 噸、240 噸。

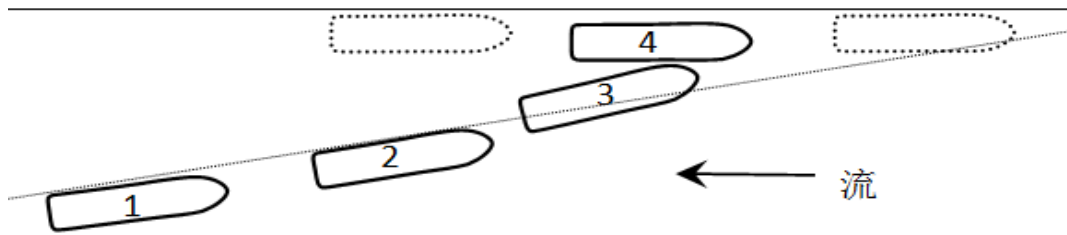
在水深/吃水=1.2、流向與船舶首尾線夾角為 15 度、30 度時，橫靠速度 1 節時，所產生的側壓力如下：

15 度： $F=200 \times \sin 15=52$ 噸

30 度： $F=200 \times \sin 30=100$ 噸

意為拖船推時，如果產生一節的速度，需要抵抗的阻力，隨著水深減少而增加。相當於背後有 1~2 艘大馬力拖輪對抗頂著，你說怎麼頂的進去？

2、入泊角度與橫距——大型船帶角度入泊的做法是：



图九

- (1) 位置 1: 先與碼頭線或泊位船舶保持足夠寬裕的橫距進港，在距離泊位 3~4 倍船長處，根據與碼頭的橫距和流壓差的大小調整入泊角度，通常以 5~15 度的角度切入泊位即可。當流水較緩、與碼頭橫距較寬時，入泊角度可略大一些；當水流較急、與碼頭橫距偏小時，入泊角度不能太大，甚至要小於 5 度，減小流水的壓攏速度。如上圖船位 1。
- (2) 位置 2: 在啟動倒車之前，為安全起見，船首線不應切入船席，最好處於泊位前方船舶的外擋，如圖九船位 2 虛線所示，以防止倒車不來時，在拖輪與側推器或應急拋錨或車舵的協助下，仍有足夠的時間與空間將船頭挑出，安全逃逸(保持船隻的船艏向遠離前方的目標船)。雖然倒車失靈在靠泊操縱中出現的概率很低，但是萬一發生，後果相當嚴重，特別是大型重載船舶，如果預留空間不足，幾乎難以挽救(船隻要利用前進速度來產生橫向距離，比較困難)。
- (3) 位置 3: 在倒車啟動後，可借助側推器或拖輪的協助，逐漸調整入泊角度，使船舶在降速的同時逐漸切入泊位，如圖九船位 3。
- (4) 在船頭距離泊位橫距略小於一倍船寬時，逐漸將船舶調平，以船身與碼頭線平行的姿態輕緩貼向碼頭，在貼靠過程中，注意調整橫向速度，如船位 4

另外，有引水員在船操作時，船長一定要處理好與引航員之間的關係。任何時候，船長要時刻牢記自己肩負重大安全責任，保持清醒的頭腦，即使有引航員在船操縱時，也應履行好自己的職責，集中精力，積極協助，真正做到“事前預控，事中監控，安全可控”，確保安全操作。

同時，在引航作業過程中，船長應注意以下幾點：

- (1) 加強溝通。明白自己作為船長，在船舶的指揮和操縱安全方面，負有最終責任。引航員在船時，船長要熱情接待，相互交流操縱意圖，及時向引航員介紹本船特點和操縱性能，以及當時船位、航向、航速等，並與引航員交換引航卡，瞭解其離靠泊的計畫，這是保障港內航行、靠離碼頭安全有效方法之一。
- (2) 當船長認為引航員的行為可能導致危險時，應立即果斷接手操縱船舶，扭轉緊迫局面。引航員與船長是被僱傭關係，船長肩負著船舶指揮和操縱安全的最終責任。
- (3) 提高技能，化解風險，保障安全是船長的職責所在。對各個所掛靠的港口的航海資料要仔細研讀，認真研究引航站到港口泊位之間的航行方案。為此要清楚瞭解所到港口的航道、助導航標誌、港池的安全水域範圍、泊位水深，碼頭法線以及潮汐、氣象、航行警告、港口規定、拖輪的習慣做法，以及靠泊有無帶纜艇協助等等，不斷總結，

積累經驗，要逐步提高自引能力和靠泊技能，需要時時注意領港的動作，他注意看什麼？關心什麼重點？時時請教自己不會的地方，有何良方？只有這樣才能及時發現，並知道引航員可能出現的操縱失誤。

- (4) 相互協調，做好安全預控。在港內航行和靠泊作業中，及時提醒引航員儘早用 VHF 溝通協調避讓措施，避讓做到“早、大、寬、清”，STCW78/95 公約第 49 條規定：“儘管引航員有其職責和義務，他們在船引航時，並不解除船長或航行值班的高級船員，對船舶安全所負的職責和義務”。努力提高高級船員在港內航行和靠離碼頭的安全責任心，建立起港內航行和靠離碼頭的風險和戒備級別，建立預控體系，落實船長安全生產的第一責任，這是確保引航員在船時的安全保障措施，得以落實的重要條件。

船長與引水間的協作，主要注意三點：

- 一. 對於超大型船舶，引航站一般會派遣經驗豐富的資深引航員，但必須牢記，在任何環境和任何時候，船長永遠是船舶安全的第一責任人，引水在船操作並不免除船長和駕駛員的責任。應時時監督引水的每一項操作指令，避免錯誤操作，造成無法挽回的緊迫局面。
- 二. 是必須保證引水安全登輪，因大船引水登輪區離水面較高，必要的時候可用舷梯配合成組合梯，並在抵達引航站前對引水登輪設備認真檢查、測試，保證設備使用的安全性；按計劃時間在領港站等候引水，提前選好做下風的地點，與需要等候時的地點；按照引水要求的登輪速度，保持好船速；接送人員按規範攜帶好通信設備，保證與駕駛台的不間斷聯絡。
- 三. 是在引水登輪後需熱情接待，讓引水保持愉悅心情，為下一步順暢的溝通交流，以及協同操縱船舶，營造一個良好的氛圍。

操船點線面 - 36 超大型貨櫃船舶的錨泊操縱

操縱超大型貨櫃船舶進入地錨泊，應綜合考慮大型船舶的特點，及錨地的環境，外界因素影響等各種因素。很多港口根據大型船舶的特點設有大型船專用錨地，應儘量避免與其他不同類型的船在一起拋錨，因為船舶的類型、結構不同，在風流等因素作用下，各船旋轉掉頭的方向不一致，影響錨泊安全，在選擇錨地錨泊時，應綜合考慮水深、底質、風流、潮汐、錨泊船舶密度及周圍環境等因素。

一般水深的選擇應至少有 10-30% 吃水的餘裕水深；

如海面波浪大，則應考慮水深要大於 $1.5 D + 2/3h$ (D 為吃水， h 為波高)；

拋錨時，應保持錨泊船間距大於 0.5 海里的安全距離，8000 箱以上的船舶拋錨，應保持錨泊船間距儘量大於 1 海里，在駛入預定錨地前，應先控制好方向，不可一邊走一邊轉，前面我們已經知道，船一調頭，左右舷上下風就會變，航向固定了以後，才可以減速，控制進入的船速。超大型船舶不似常規船舶機動靈活，在駛入船舶密集、環境條件複雜的錨地，其操縱機動性及錨泊區域、船舶擺位均受到很大限制。

通常在抵前 1 小時，即需備車並逐漸減速，提前選好錨泊點，綜合考慮各種因素，擬定錨泊操縱方案。提前備妥船首側推，以便需要時，用以協助擺正船位。通常採取頂風或頂流（視當時風或流的強弱）後退拋法，切忌採用中小型船舶，有時採用的順風或順流拋錨掉頭操縱。因超大型貨櫃船舶質量大、慣性大、駕駛台高、盲區大，對後退速度大小的判斷，比傳統型船舶困難，而且若按傳統型船舶的操作法，在有退速情況下拋下錨、或順風順流拋錨，將極易導致斷鏈，丟錨或損壞錨機事故。

因此超大型貨櫃船通常採用頂風或頂流後退拋錨法，且在下錨時後退，餘速應控制在接近對地停止狀態，再下錨，先鬆鏈約 2~2.5 倍水深後刹住，待船首穩定後，隨著船舶在風流作用下移動，再慢慢鬆鏈至所預定的鏈長。

拋錨時應避免船舶被風、流壓向下方，形成打“橫”現象，因為此時船舶受風流影響最大，強大的風、流壓力及快速的偏轉，一則容易引起錨的抓底鬆動，再則容易造成，錨機刹不住、損壞錨機或出現斷鏈丟錨事故。因此在拋錨及鬆鏈過程中，應注意根據錨鏈受力方向及受力情況、船舶的退勢、流水角度，不時觀測對地速度向量，用進車及舵，或船艙側推予以緩解、調整錨鏈及船舶態勢，以確保拋錨操作安全。

如水深 h 大於 25 米（小於 50 米），應採用深水拋錨法。即先用錨機將鏈倒出接近至海底時，改為刹車拋錨；

如水深大於 50 米，則只能用錨機緩慢將鏈倒出，逐漸鬆至預定鏈長，而不能採用刹車拋錨。

因錨機設計限制，實際操作中，深水拋錨極限，水深應控制在 h 小於 70 米，（中國造船規範中，錨機起重極限水深為 82.5 米，水深三節）。

如無適宜水深（超過 70 米）供錨泊，則最好採取選擇在寬闊海域海上漂航、等待進港。

1 萬 3 千箱錨泊操縱。同其他類型船舶一樣，拋錨操作首先必須遵循基本原則與順序，

第一選擇適合本輪的錨地。超大型貨櫃船舶由於船長近 336 米，一般氣象時，錨鏈需要拋至七到八節，考慮到本船與他船的旋迴，所選擇的錨地直徑應大於 0.8 海浬，並底質以泥、沙、黏土的平坦底質為宜；錨地水深需大於 1.5 倍吃水（21 米以上）。

第二控制船舶抵達拋錨點的餘速。由於超大型船舶質量大、衝程大，必須控制好接近錨地的速度。根據經驗，該類超大型貨櫃船舶的減速參考標準大致如下：至少提前 2 小時由海速降至港速，根據水域環境適時減速至安全航速。至錨地距離 5~6 海浬慢速前進。

第三拋錨前必須考慮是否會遭遇大風浪起錨的可能性，大風浪中起錨，由於風、流以及湧浪對運轉中的錨機瞬間作用，可能超過錨機的負荷，對錨機形成不可逆的損害。應儘量避免這種操作。

此時可以選擇提早控制抵港速度，調整 ETA，或者選擇合適的地點進行漂航，規避有風險的錨泊作業。

(四) 超大型貨櫃船舶抗颱、避颱及冬季惡劣大風浪天氣的操縱

超大型貨櫃船舶在颱風和冬季大風浪來臨前，必須按 SMS 程序書的要求，認真充分做好各項防大風浪和避抗颱準備工作。由於貨櫃船其側面積大，甲板上的貨櫃與船體形成了一個巨大的風帆，在大風浪中，所受的威脅比傳統型船舶更大，其影響不單單在船舶的操縱性上，由於船體的激烈縱橫搖，對整船的貨櫃綁紮系統的破壞，所造成的損失是連鎖反應的，有時會進而發生災難性事故。所以超大型貨櫃船在防大風浪和避抗颱風時，務必把安全措施落實到位。

來自澳洲對發明輪的調查報告 Loss of containers overboard involving YM Efficiency, 16 NM east-south-east of Newcastle, New South Wales, on 1 June 2018

午夜前不久，船長對本船在預定航向上航行，已經很滿意。船長回到了他的住艙。船長的夜間命令簿上，指示船副應保持 35 RPM 的速度，並使用手操舵，將船首向保持在當時的狀況下，以避免船隻橫浪。三副保持手操舵，直到大約 2353 時，他才以 211° 的設定航向，切換到自動駕駛。午夜時分，三副將當值移交給二副。據記錄，午夜的天氣以 9 級風力（41 至 47 節）在 6 米的浪和 5 米的湧，吹西南偏西風。

二副恢復手操舵，然後在 6 月 1 日大約 0013 切換回自動舵，設定航向為 210 度。在當前條件下，該船繼續以約 3 至 6 節的速度舒適地前進（小小的搖擺或俯仰）。0034 之後不久，在 New Castle 東南偏東約 16 英里的位置，船突然經歷了 60 到 90 秒的突然橫搖。在此期間，該船迅速橫搖並至少搖了三下（三姊妹）。該船的船長，在他的船艙中，回響後，他認為是有一波海浪，在橫搖開始之前，剛好撞向船側。

據船長和二副稱，向左舷和右舷的橫搖角度最大為 30°。橫搖開始後，機艙幾乎立即有好幾聲警報響起（低水位），二副立刻將舵機轉到手操舵，他聽到甲板有雜音與懷疑貨櫃受損，他打開甲板燈發現駕駛台後面的貨櫃受損與落海，過了一陣子，主機突然停車，轉述慢慢歸零。

在 0036 分時，橫搖結束，船長上駕駛台，機艙人員下艙修理，二副打電話通知大副。The third mate maintained the steering in manual mode until about 2353 when he switched to autopilot with a set heading[7] of 211°. At midnight, the third mate handed over the watch to the second mate. The weather at midnight was recorded as being overcast with west-south-westerly winds at force 9 (between 41 and 47 knots) with 6 m seas and a 5 m swell.

The second mate reverted to manual steering before switching back to autopilot at about 0013 on 1 June with a set heading of 210°. The ship continued to make comfortable progress (little rolling or pitching) in the prevailing conditions at a speed of about 3 to 4 knots.

Shortly after 0034, in a position about 16 miles east-south-east of Newcastle, the ship experienced a period of sudden rolling for between 60 and 90 seconds. During this period, the ship rolled quickly and heavily at

least three times. The ship's master, who was in his cabin, recalled what he believed to be a wave crashing against the ship's side immediately before the rolling began.

According to the master and second mate, the rolling reached angles of up to 30° to port and starboard. Almost immediately after the rolling commenced, several engine room alarms sounded. In response to the rolling, the second mate changed the steering from autopilot to manual. The second mate reported hearing loud noises on deck and suspected that there had been some container damage. He turned on the ship's deck lights and observed that a number of containers had been damaged and possibly lost overboard from the bays aft of the accommodation. Shortly after, the main engine unexpectedly shut down, with the RPM gradually reducing to zero.

By about 0036, the rolling had subsided and the master had arrived on the bridge. The chief, second and fourth engineers went to the engine room to attend to the alarms. The second mate phoned the chief mate and alerted him to the situation. The master took over conduct of the ship's navigation and instructed the chief mate to carry out a damage assessment.

事故分析，該輪在5月31日晚上2330時動車之前，船隻就已遇到強力的洋流(圖上紅色箭頭)，將其往西南推，當該輪以35轉的船速，順洋流向西南頂風，航向210度開雪梨港時，遇到的是頂西南西的強風與大浪，風浪與海底湧生的洋流相加，造成沿著岸邊前進的大浪(三姊妹)橫搖，與主機的飛車(螺旋槳抬離水面，快速空轉，燃油自動切斷)，幸好離陸地還遠，否則就會擱淺(像德祥台北輪)，如果是頂浪，還可能造成船隻折斷，主要的原因就是，船隻選擇的航路，剛好是路沖，順著海岸線的洋流而下，遇到北上的大風浪，兩者合成的巨浪。這種巨浪，在非洲南端的好望角，也經常發生，造成大型油輪與散裝船失蹤，它們發現這種巨浪，最可能發生的是沿著100呎等深線發生，船隻的航線，應該要避開100呎等深線。

此種地形浪，也經常發生在巴士海峽，鼻頭角，台灣東岸，日本的大島，大嶼海峽等，船長要注意觀察。

小型船在避抗颱風的選擇運用上：如選擇錨泊避風時，應選擇錨地寬暢，水深、底質條件及遮蔽條件良好的錨地，下風方向應遠離島礁、淺灘和危險物，採用一點錨錨泊避颱(在同一地點，同時拋出左右錨，保持兩條錨鍊為同一長度)，“一點錨”錨泊抓力最大，經驗證明“一點錨”錨泊避颱是最有效的避颱方法(大陸船員的經驗)。

如無適宜條件進行錨泊避颱，則最有效避颱方法是駛向海上航行避颱；

應避免駛入颱風的大風圈危險半圓；

海上航行避颱應採取“滯航”法降低航速以保持舵效為止，穩定在左舷首頂風滯航，使船舶處於不進不退狀態；

要避免船速過快，減小波浪對船體的巨大正面衝擊力；

避免順浪和橫浪航行，防止出現同步橫搖現象，導致船舶橫搖加劇穩性惡化、集裝箱綁紮鬆動、斷裂滑塌入海，危及船舶安全。

超大型貨櫃船舶實際操縱，需要全面而細緻地考慮各個細節，充分考慮船舶大型化、高速化、受風影響大等特點，結合實際可航水域的各類限制，制定詳細周密的航行計劃，並做好相應的應急預案。特殊情況中，做到處亂不驚，遊刃有餘。在實際工作中要勤于思考、總結，不斷感悟、積累各項操作經驗，豐富、強化自身的職業素質。

資料來源：

沈忠義：上海遠洋運輸公司船長，近幾年一直在超大型貨櫃船上任職，曾被評為公司十佳船長，對超大型貨櫃船操縱有豐富的實踐認識。

郝琦：中海國際上海分公司集運船長

操船點線面 - 37 船頭浪與船尾浪的損害

Wash damage 水擊損害是廣義的碰撞

在這裡我們要探討船頭浪船尾浪可能造成的水擊損害 wash damage，船頭浪是由船體向前推進的壓力所造成，當我們船體在港區或是河道前進的時候，會造成船頭的水壓升高，船頭浪也許外表看起來，並不像海上的船頭浪一樣，會有水花四濺，還是其他明顯的高低起伏。但是它就是一個壓力場，在我們的船頭面向前推進，在河道寬的時候，可能這個壓力的差別，造成的水面高低並不大，但已經可以把小型船的船體從碼頭邊推開，或是把小船的船體從水面提升，甚至是在一海浬遠的小型船隻，都會被接近船隻的船頭浪影響。有時甚至可以穿透小船碼頭的防波堤，進入到內港，造成了繫泊小船的纜繩斷裂，或是互相碰撞衝擊。

這個船頭浪的壓力，由尖船或是圓船的船頭形狀而有不同，尖船他的船頭比較尖，造成比較小的船頭浪，但是如果船舦的寬度佔到河道的寬度，佔的比例太多，向前面推進的壓力場，就會變得非常強勁。

越快速的船隻會在他的船頭區域，製造越高的波浪高度，越高的船頭浪高度，就會在他的船頭越遠的位置，產生強大的水壓力。一般的實務，是在大船接近小型遊艇碼頭的時候，應該要立刻減速，來避免水擊的損害，也就是避免小船被大船造成的大浪所衝擊損害。

下面的引述一段事故報告，“就在進入航道的這一段，有些船停在碼頭上，領港下令船隻的速度，從全速前進減到半速前進，在經過這些碼頭之後，船速再一步增加到全速前進，稍晚油輪的船長，就接到通知，他被指控，造成在碼頭上的散裝船的衝擊損害，在河邊的碼頭上，當這個油輪通過的時候，因為他以過高的速度前進。損害包括住艙梯的損害，幾條繫泊纜繩的斷裂，由於散裝船被向前後推擠。”

從發生的案例，所學到的水擊損害，是由於過高的速度所造成的。這是 UK P&I CLUB 的記載，所以水擊損害可以看成是廣義的碰撞。

經過這事件之後，以後經過這些碼頭，領港下令都從全速前進，減到微速前進。

慢速的圓船經常具有豐滿的船頭形狀，造成高度不穩定跟渦流式的船頭浪，像油輪他的船頭浪不是尖形的，但是他的船舦區域卻是比貨櫃船還要寬，就會推動更多的水壓向前，造成很嚴重的水擊損害。

船尾浪是水流流入船舦，補充船舦經過後所留下來的真空。船頭浪的水流是向前推進，船尾浪的水流是因為海水要大量加速補充船舦的真空，以較本船船速更高的速度，衝向船尾，在船尾形成高壓區。

船舦的真空由水流快速流入補充，再流出到船尾之後，在螺旋槳後面，造成一定的高度。

因為本船船邊的水流，快速流到船尾，水流的速度是高於本船的速度，所以船尾浪的水流是衝出去的，衝出去的水流再被在船尾的靜水壓所推擠，造成船尾的高壓區域。

在船頭跟船尾的中間，產生一個低壓區域，是因為流水衝到船尾，去補充船舦經過所造成的真空，我們要了解這些船體四周的水壓，是要避免壓力差所引起的碰撞。如圖 83 船體四周的壓力場

操船點線面 - 38 河道航行的碰撞位置：迎艏正遇

如圖 84 河道的中間就是在運河通行的最好位置

（畫面是：巴拿馬運河領港的操船訓練）在漫長的河道航行，像是密西西比河需要 7 個鐘頭的時間，兩條船的迎艏正遇是無法避免的事，河道中最基本的問題，就是要好好處理船頭浪跟船尾浪。

- 如果主機突然的停車，在運河裡面，會使得船尾浪追上本船，推動本船船身橫過運河中線。
- 在運河裡面最佳的船位，就是在深水河道的中間，在這裡，船底下兩邊的水流壓力差異最小，在圖 84 綠色的線，是本船的中線，也是這條河的中線。
- 開始時，兩條船都在河道的中線，以相對的航向前進。此時，兩船都應該待在河道中間的位置。
- 如果在這兩船交遇之前，其中的任何一條提早轉向，離開河道的中線太早，船頭就會感覺到岸推力，作用在船頭上，就像下圖，圖 84-1 裡南下船 BIRKA EXPRESS 這條船就是太早離開中間，來到河岸邊，岸推力加上河岸變窄，水流轉向的高壓，把船頭推向左舷，船身打橫之後，船尾浪又追上來，推到左船艉，船隻加速左轉衝過航道，造成與對向來船的碰撞。

會遇前，運河通行的最佳船位，是在河道的中線。兩條船的距離要接近到 1.5 倍船長的時
候，才可以做兩船交遇的操作。

- 轉向點 1.5 倍船長的距離之前，是一般船隻正常轉向時，用舵的時機點，
- 在這個距離，領港會向右轉向 10 度，或使用右滿舵來啟動這個迴轉，就像我們前面的討論，10 度的迴轉，是第一階段的迴轉，在這時候，純粹就是舵板的側推力，將推動船尾橫反移，船頭還在航道的中線，但是船身已經有角度，如同我們看到圖 84-1 上，北上船 HANSE VISION 的航行態勢，是維持在航道中間。
- 當開始使用右舵的時候，舵效作用在本船的船體，是將本船的船艉向左邊推進，右舵會將船艉推向河道的左邊。
- 本船向右轉向 10 度，在第一階段的迴轉，就像圖 84 的右圖，船首向右轉 10 度，偏離河流的中線，跟岸線相差 10 度，與綠色河道中線不同。
本船的船體仍然是在河道的中間，經過右轉 10 度，使得本船避開來船的船頭，同時受到岸推力與來船的船頭浪，船頭左右舷的高壓，可以平衡一點。

圖形 84-2 用左滿舵來推開船艉，右滿舵來抵銷船艉浪

- 當兩條船的船頭開始交會時，本船船首向已經向右轉了 10 度，如圖形 84 當兩條船船頭交會的時候。
- 船頭的岸推力與來船船頭浪的推力，同時作用在本船船頭的時間，幾乎是當兩條船船頭互相接近的時候，舵角這時候，由右滿舵改為左滿舵，使得本船的船艏向右舷推動，方便來船通過，避免船尾受到來船太強的船頭浪。
- 實際上只有本船的船艏，會向運河的右邊移動，就像圖 84-2 的左圖，船頭會自動落在左右高壓的中間。
- 本船需要持續打左滿舵，在交互通過的時候，就要持續，因為來船的船頭浪，會將本船的船頭壓向右邊，使用左滿舵一邊可以使船艏靠右，讓出船位給來船，另外一方面，可以減少來船的船頭浪的壓力。
- 當兩條船的船艏部位相遇的時候，就像圖 84-2 的右圖，本船的船首向，已經回復到原始的河道的方向，跟河岸平行。
- 也就是先使用右滿舵，調整船頭方向，來船的船頭高壓區，會將船頭推向右舷，再使用左滿舵，停止右轉，來船的船頭高壓區，會把船艏推到右邊的岸邊，方便兩條船相互通過。
- 當本船船首向回到原始航向，如圖 84-2 右圖，用舵的舵令，就會改成穩舵，將船身穩定在運河河道的方向，領港此時會將船隻交給舵工，去穩定在河道的方向，也是為了抵銷剛剛打左滿舵的時候，產生的向左迴轉的動量。
- 當船隻停止向左轉，領港也許會用右舵來穩定本船的船首向。(左右舵不一定，視船隻迴轉的趨勢與當時的風向風速)

圖 84-3 右滿舵去避免橫越航道與對抗船艏浪

來船的船艏浪遇到本船的船艏浪，就左圖，船頭高壓對船尾高壓。

- 本船船頭非常快速的偏到河道中央，去彌補對方船身經過所引起的真空。
 - 舵令改為右滿舵，只要領港認為經過船隻的船艏浪，還在影響著本船的船艏。
 - 有時候領港需要使用大車來推動舵效，來維持本船在河道的中間，
 - 當本船的船頭開始回到右邊，舵令就會改為 STEADY 穩住在河道上原始的航向，此時就會交給舵工去體會船隻的迴轉動態，(依風力水流而有不同)，抵抗動態水壓，在本船船體所造成的迴轉力量。
 - 在經過右滿舵之後，船身慢慢回到河道的中線，來繼續下面的航行。
- 在河道的航行，操船需要考慮岸壁效應，淺水效應，船隻的動態水壓效應，跟河床船岸之間的交互作用，船跟船之間的交互作用，風力流水效應，所有這些都是造成意外的共同因素。雖然河道領港已經具有 200 年的歷史跟航行的傳承(馬克吐溫就是密西西比河道 167 公里的領港)，這些河道航行模式是沒有數學的模組，或是完整的理論可以去精準的預測，這些船岸流水裡面的所有交互作用。無論如何，保持安全速度，是任何不可預期事件的最後手段，然而太慢的航行速度，對所有河道的使用者，都是一種痛苦的折磨。領港可以慢慢增加速度，來測試他的安全通行的全速為何？來節省可能時間跟燃油的消耗。但是必須具有下面的知識跟感覺，
- 船底跟岸壁的交互作用：不同的潮流潮汐狀況下，會有很大的不同，如同圖 81 水下側面積的側壓力。

- 船位在河岸邊不同的位置，就會影響經過本船旁邊的水流。
- 船體的移動，河道裡與大海裡的航行，是不一樣的。
- 舵工的操作技術是最基本安全航行的保障。

有經驗的舵工比有知識的領港有用，實務上，領港會帶著當地的舵工上船，船公司如果要省當地舵工的費用，可能會因小賠大。圖 85 河道航行時迎艏正遇，提供一個完整操作的圖解。

操船點線面 - 39 台北港與超大型貨櫃船操縱，圖 86 台北港航道圖

天時: 不可抗力

1. 突然的強風

甲、風力 40 節，

乙、風向：東南風（落山風）

丙、季節：東北季風末（北方高壓出海）、南邊有颱風時（熱帶氣旋）。

丁、影響：30 節以上的南風，4 條拖船拉不動，只能等幾小時到半天後，風停了再動。

戊、全年比例：只約佔 1.6%

2. 霧季 - 春季（二月至三月），可能封港日數：3 天。

3. 港內半日潮差差異不大，月平均潮差約 2.1M，平均月最大潮差約 3.0M，最大潮差為 3.6M

4. 港外潮流主要為半日潮流，主要流速多在 60 cm/s (2 KTS) 以下，佔 77.8%，漲潮東北往西南，配合東北季風。漲潮時，潮流在南防波堤與岸邊形成一逆時針環流，流速約 0.2~0.4 m/s，如同基隆，不過堤口的反流，不是時時都有，只是要注意。退潮西南往東北。

地利：地理條件

堤口寬度（南堤到北堤）600M

縱深（堤口到 N2）2.0 NM

外航道寬度 400M（水深 -17.0M）

內航道寬度 300~400M（水深 -16.5M）

內港迴船池直徑 720M（水深 -16.5M）

貨櫃碼頭水深 - 16.0M

人和：進港拖船帶 3 條，3600，4400，5000 匹馬力各一。出港 5000 匹一條或兩條

Boarding Arrangement

1. 登輪船速 7~8 KTS：保持前進速度，勿停俾（除非緊急情況）

引水梯：下風弦 1~1.5 M

VHF CH 11 與引水艇保持聯繫，聽候指示；船副攜帶對講機與駕駛台保持聯繫

建議 Side Door 旁加縛繫固，引水梯應平貼於船殼

惡劣天候下，引水艇貼上後，聽候指示滿舵做下風，以便領港登輪，

冬季 東北季風 - 右滿舵（右舷下風） 夏季 西南季風 - 左滿舵（左舷下風）

2. 領港登輪後 Course Again 回到進港航向，保持船速 8~10 KTS 進港。

3. 強東北風及漲潮流時，保持船速 10~12 節，受風流影響船會向西南偏移，航向應

減 5 度 LEEWAY，向左修正到 090 度，保持船位(對地速度向量線)正對堤口中線前進。

4. 強西南風及退潮流時，保持船速 9~11 節，受風流影響船會向東北偏移，航向應加 5 度 LEEWAY，向右修正至 100 度，保持船位正對堤口。

5. 強東北風及退潮流向東北時，及強西南風及漲潮流向西南時，風與流大致相抵，保持船速 10~12 節，保持航向(對地速度向量線)對正堤口。

6. 進堤前維持於航道中央（漲潮流時略偏左側，退潮流時略偏右側），轉向 090°，回轉速率歸零之後，降速至 S/AH，注意風壓（強東北風致艏左偏，強西南風致艏右偏）。

艏進堤後，艏仍受流影響，需適時用舵抑制（漲潮流推左艏致艏左偏，退潮流推右艏致艏右偏）

7. 進堤後可降速至 DS/AH，轉過 SB5 後，穩舵保持航向 065°（順風進港應及早減速；逆風進港則易控制）

對馬力小的船隻，要特別注意，船速可以慢，不可以快，如 TOKYO TRIUMPH 倒車往往只有進車 35%之出力。EVER GOLDEN 也不行。

操船點線面 - 40 超大型貨櫃船擱淺實例

2016 年的 8 月 26 日清晨，2015 年新造的 399.2 米的超大型貨櫃船擱淺在南安普頓的河道裡，由一系列的圖 88 裡，我們看到檢討報告，還是古典學派，雖然有預測的船位，但是與最後的結果不符。圖 88-1 該輪正橫通過 Prince Console 浮標，距離 0.25 海浬，依照漲潮時的標準操作，該輪應該盡量靠近該浮標，爭取上流的空間來迴轉，此時有一條出港船，雙方說好，左隊左通過，使得該輪無法接近 Prince Console 浮標，種下失敗的原因。

通過 Prince Console 浮標後，該輪應該先左轉再右轉，爭取更多向右轉的前進距離與時間，由圖 88-1 上，可以看出這預測迴轉的船位軌跡，根本不對，前面兩倍船長的距離，船隻不會離開原來的航線，這是前面我們研究了這麼多，應該要有的概念，88-1 左圖該輪使用左滿舵，前進兩倍船長後，船位向左橫移(圖 88-1 右圖)，爭取了大約一半船長的船位，此時距離前面的河岸不足 3 倍船長的進距，領港無法再等，只好使用右滿舵，全速進車，全速迴轉，雖然開始迴轉速率達到每分鐘 30 度，因為是向下游迴轉，車舵建立的迴轉速率，很快就水流阻力被抵銷。下面的英文，是官樣文章。

. It was apparent that complacency and a degree of over confidence on the part of the master and port pilots contributed to this accident. However, it was also apparent from recent similar incidents and the findings of previous MAIB reports that many of the practices evident in this case were not specific to this single pilotage act, or to CMA CGM Vasco de Gama. Actions have been taken by CMA Ships and Associated British Ports to address some of the issues identified in this report and to improve navigational safety. The findings of this report will be used by the MAIB as part of a safety study that will investigate the use of modern electronic navigation aids on board merchant vessels, and the impact they have had on navigation practices. Recommendations aimed at reducing the

likelihood of future.

比照圖 88-1 右圖的預測船位，發現前進 2 倍船身的距離後，與圖 88-2 左圖的船位相同，圖 88-1 右圖的預測很正確，但是隨著迴轉速率降低至每分鐘 23 度之後，前進 3 倍船身的距離後，船隻並沒有進入航道(圖 88-2 右圖)，而是船頭進入河岸，迴轉速率進一步降低至每分鐘 18 度，影響其迴轉(見圖 46 淺水效應)，接下來就是圖 88-3 左圖之擱淺，迴轉速率歸零，船隻的前進速度也歸零。

再看看 88-3 右圖的漲潮調頭(107 度:由 290 轉至 037 度)，向下流調頭不但慢，而且困難，標準的操作是先左轉至 245 度，在轉向點 Prince Console 浮標前用左舵，正橫時已經左轉至第二階段，然後繼續左轉，左轉是向上游轉向，迴轉不成問題，船隻應該很快就可以穩舵在 245 度，然後在 3U Gurnard 浮標前 2 個 CABLE 之前，使用右滿舵，估計約需前進 1.5 倍船長後，進入第二階段之右轉，直接轉至航道航向 037 度 STEADY，消除迴轉速率，然後繼續走 037 度一段時間，進車或多右轉幾度，以消除船隻的漂流角(圖 12 如何修正對地速度向量線/漂流角)。

超大型貨櫃船向下游調頭，需要空間，因為順流，轉得太慢時，船隻側面的投影面積加大，還會被水流推擠船身，衝出河道，所以需要先左轉再右轉，主要是爭取迴轉空間。向上游調頭時，流水還有煞車的作用，見圖 89 超大型貨櫃船河道調頭，落潮(向下游)調頭時的先左轉再右轉，是怕轉得太快，而不是轉得太慢。船隻預知到港時間，應該要先將潮汐表時間查出備用，不可一條航線打通關，而是應該畫出兩條航線，取出用舵點與回舵穩舵的船位，相關的目測方位備用，與領港先做溝通，避免與來船在此區域會船，影響到後續操作，此次擱淺最大因素，就是船身距離 Prince Console 浮標 0.25 海浬，450 公尺，一倍船長的正橫距離。操作大型船者，不可不慎。

如圖 90 超大型貨櫃船河道擱淺實例，該輪超出標準航道的北邊，其他船的軌跡，保持在標準航道之南，迴轉都不成問題，沒有擱淺，如果該輪的船位，能夠盡量接近 Prince Console 浮標向南，英文的分析原因，complacency 自滿是人為因素，實際原因卻是無知，是專業不足，即使是資深領港也不例外。圖 10 不同船長船隻的滿舵迴轉。

操船點線面 - 41 應急操船：滿舵迴轉

正常航行的情況，如果在限制水域處理時，就會變成一種緊急的狀況，這是因為可以操作的空間有限，作為一個船長，我們必須處理很多緊急的狀況。應急操船時，我們有三個方法，滿舵的迴轉，緊急倒車與循環舵，來處理解決空間不足的問題，就像圖 91 避讓空間不足的實例，本船可能因為疏忽，進入前後左右都有船的空間，在港區附近，隨著船隻大型化，操船空間不足的情況，隨時都會發生，一般滿舵的迴轉，緊急倒車都是以聯合國海事組織的標準來測試的，這些資料必需張貼在駕駛台的牆壁上，讓當值海員與領港們參考，循環舵就沒有要求公佈，我們要深入的學習，來瞭解他們的不同應用。

滿舵的迴轉是最有效的減速措施，它可以在最短的距離，減下最多的速度，而且可以創造最多的正橫距離。都比其他兩種方法好，這個就是他的優點。

- 他的缺點是，會失去對船首向的控制，這是滿舵迴轉的風險。某些情況之下，當船隻迴轉速率太高，超過本船有效控制的範圍，船隻就會失控，碰撞經常發生在滿舵迴轉後，迴轉

速率太高的第三階段。

- 對超大型油輪/圓船系列，船隻一旦開始迴轉，要控制他的迴轉就比較麻煩，或是不可能，就像過山車一樣，而且他失去控制的危險，也比超大型貨櫃船來得嚴重，只能眼睜睜的看它，發生碰撞。
 - 雖然如此，在限制水域，還是應該用滿舵的舵角，來啟動第一階段迴轉，雖然本船並不是要完成 90 度以上的迴轉。
 - 迴轉的第一階段，舵角剛打到滿舵的時候，主要影響的是船尾的動態，舵角的大小，對於船隻的整體還沒有多大的影響，只會加快第一階段的進程。
 - 儘快的穩定本船的船首向，避免過度迴轉，是熟練航海家的本色。但這並不表示，我們在迴轉初始的階段，應該用小的舵角來開始迴轉。快速地完成轉向的過程，並沒能夠消除船隻原來的動量，也就是船隻還保有一定橫移動量，也就是漂流角，這是操作大型船時，要注意的地方。
 - 我們知道使用滿舵，在迴轉的第一階段，只是創造船體的角度，來產生離心力，使船隻能夠在第二階段繼續迴轉。本船船首向迴轉 10 度左右之後，船體在迴旋支點後的動量，與此時船頭受到水流的阻力，會讓船隻繼續迴轉。
 - 船隻在第一階段不會失去控制，因為只有舵板在推動船尾，迴轉速率不高。
 - 如果船隻第二階段迴轉時的離心力，已經產生，此時使用舵角來穩定船首向(消除迴轉速率)，對貨櫃船還有可能。如果是散裝船或油輪，只靠舵力來穩住航向，就會有麻煩，因為第一階段反舵的力量，跟第二階段迴轉產生的離心力，是沒有辦法比較的，舵板的側面積最多只占到船隻側面積的 3-5%。
- 當船隻有了迴轉的動量，我們必須考慮是否可能使用反舵來制動迴轉，來穩住船首向。船隻迴轉操縱時的 1 個關鍵因素，就是何時應該停止用舵?或是我們應該說是，要停止迴轉速率的增加?何時舵工要開始使用反舵，來停止原來啟動的迴轉，讓迴轉速率減到零。
- 對於各種圓船，超大型油輪要停止轉動的時間，需要比超大型貨櫃船早得多。如果超級油輪需要停止迴轉，反舵的舵角也要用的更大。
 - 在實際的海上，我們看到油輪航行的時候，船首向改變的非常快，而且很難回到穩定的航向，對地的航跡並不像大型貨櫃船那般的平順，猶如蛇行。
 - 如果船長自己來操縱本船的船首向，這些“前置作業”，用多少舵角?何時回舵?何時壓舵?就要由船長來做估計，這些資訊，並沒有包括在駕駛台張貼的資料裡面。
 - 我們經常使用兩倍正舵的反舵角，來停止迴轉。例如迴轉時使用右舵 10 度開始，就會使用左舵 20 度來停止迴轉。如果使用右舵 15 度啟動迴轉，就會使用左滿舵來停止迴轉。當停止迴轉的時候，需要使用多少反舵的舵角?這並不是一個常數，需要使用反舵的時間長短?也是取決於很多因素。像是風力水流的大小跟方向，我們的裝載，吃水，吃水差，岸邊地形的影響等等。

迴轉的力矩大小有兩個顯示，一是迴轉的速率 RATE OF TURN，一是漂流角 DRIFT ANGLE。

- 在迴轉的時候，我們可以在雷達或是阿帕的螢幕上，看出漂流角的顯示，漂流角是本船對地的航向跟船首向之間的差別，這是 GPS 時代的產物，所以對漂流角的討論與應用，還不充分。對地的航向就是對地速度向量線的方向，船首向是我們船隻的前後中線，被水流阻力推向迴轉的內側。

- 迴轉的第一階段漂流角是幾乎沒有，因為船身沒有受到水流阻力。
- 到第二階段的迴轉，漂流角會開始增加到 10 到 20 度之間，對地航向 COG 就是我們船隻動量的方向，也是迴旋曲線的切線。船首向受到兩個力，迴旋支點之前是水流阻力，迴旋支點之後是船隻的慣性質量。
- 漂流角是船身的前進慣性，在轉向時，留在原航線上的橫向慣性。除非受到水流阻力（圖 12-1 維持航向航速），或是加車後增加的前進向量抵銷（圖 12-1 維持航向加速），如果放任不管，就會繼續偏移（圖 12-3 停車淌航），或是使用另一側的迴轉來抵銷（圖 12-41 循環舵抵銷）。
- 第二個就是船隻的迴轉速率，在我們的操舵的舵機上，或是駕駛台的抬頭指示器上，我們經常能看到迴轉速率指示器，
 - 在迴轉第一階段，迴轉速率少於每分鐘 10 度，
 - 在第二階段迴轉速率大約是 20 度，
 - 在第三階段，迴轉速率很可能就會超過每分鐘 20 度。
 - 圓船的迴轉速率大於尖船，也就是油輪的迴轉速率大於貨櫃船，圓船可以達到每分鐘 60 度以上，這取決於船隻水面下的船體的形狀。
 - 船長應該知道，在什麼迴轉速率或是什麼樣的漂流角，本船就有穩舵的困難，無法穩定在新的航向上，即使我們用反向的滿舵去壓制。
- 就算是同一條船在同樣的地點作迴轉，受到的外力，需要反舵的大小與時間，都不是一樣的，所以在迴轉前，知道本船需要迴轉多少度？就非常重要，我們沒有辦法讓船隻說停就停，如果沒有隨時確認迴轉速率與漂流角，我們讓船時，向目標船的船尾迴轉來讓路，往往會超過我們需要的角度，超過目標的船尾是 OK，但要適時的停止迴轉在特定的航向，就需要操船的技术與經驗。
- 如果讓船時，我們要迴轉到與目標船的航向平行，或是靠碼頭時，要停平靠，漂流角就會對我們好不容易穩定下來的船首向，造成一些麻煩，其實發生碰撞的時候，只要還有漂流角，就是還有橫向速度，船首向跟船體前進的方向不一樣，雖然表面上看起來，船身已經穩定在需要的方向，可是橫向的碰撞仍然會發生，這個在應急操船，尤其是特別困難，除非有足夠的時間，來消除這些我們不需要的橫向速度（漂流角）。近年來，最出名的是 2020 年 MILANO BRIDGE（圖 63 進釜山港右轉調頭失敗），與今年 2021 的 OOCL DURBAN 在高雄港。這與前面超大型貨櫃船擱淺一樣，同樣是無知造成。

在不緊急的狀況，試著在迴轉的每一個階段，正舵，然後讓船隻自行迴轉，是一個很好的實務，可以讓我們知道本船的迴轉性能，當我們需要非常精確的控制船首向。這個測試是在三個階段中，把舵放在中間，讓船隻自己去轉，可以給我們一個簡單的概念，對於本船的動態穩定性有個瞭解。

- 動態穩定是船隻在轉動一個角度後正舵，迴轉速率慢慢歸零，穩定在一個的新航向上，也就是船首向不會繼續迴轉，迴轉速率能夠歸零，不論原來是向左轉，或向右轉。
- 如果是動態不穩定的船，雖然迴轉速率會減少，但是會留下一些殘餘的迴轉速率，也就是會繼續轉向，殘餘的迴轉速率在向左轉時，或是向右轉時是多少？可以指示本船不穩定的程度。即使是在正舵後，仍然有迴轉的速率，或是漂流角。

知道本船的動態穩定性，在迴轉的時候，可以用來決定在什麼時間？用多大的舵角，或是反舵？來控制本船的迴轉，不會失控，不要忘記船會繼續迴轉，即使已經使用反向的滿舵。下了舵令之後，船長可以檢查一下迴轉速率的指示，是增加或是減少？這是一個良好的實務，舵工可能使用錯誤的滿舵，在這種關鍵的時刻，船長檢查一下迴轉速率，是小心謹慎的優良船藝。

操船點線面 - 42 應急操船：循環舵

圖 92 應急操船：循環舵結合了減速跟轉向的優點，在緊急的時候，看起來是比較有效的方法。但是這需要有一些正確的操作步驟，才能產生功用。作為一個船長，我們需要瞭解所有的緊急操船的方法，使用時的時間跟空間的限制，在避碰時，一個適任的當值船副，最少在 6 分鐘之前，需要採取避碰行動。在船長級，要採取避碰的時間，即使在碰撞前 3 分鐘，也要能夠採取正確的行動，這並不是船長的選擇，這是船長所要面臨的真實狀況。

- 船長可以運轉的時間，是在碰撞的 3 分鐘前，這個就是我們在近接避碰時，稱為太空船的狀態。就像使用阿帕的 3 分鐘真運動向量線，來想像為碰撞線，來決定碰撞點與碰撞危機。

- 對一條大型油輪，3 分鐘的時間，被認為是足夠完成 3 階段的迴轉，對一條大的貨櫃船，3 分鐘就不太足夠。

- 無論如何，在轉向 3 分鐘之後，能否穩定住船隻的船首向，是船長對操船迴轉的瞭解，技術跟本能，與在現場反應的直覺(KUP)。因為現場的天氣，風向，水流，船隻的密度，可能每一次都不一樣。這就是人腦比電腦強的“潛意識”所在，能配合迴轉的環境參數，做不同的操縱。

- 循環舵的操作，需要 3 到 4 分鐘的時間，才能夠完成它的操作。這是它需要的時間限制，分解來看，就像本船必須使用 3 次的滿舵迴轉，然後每一次滿舵需要做到第 1 階段的迴轉。也就是連續做 3 次船頭開始反向轉向。

我們作為海員，對目標的距離比碰撞的時間更為敏感，時間是看不到摸不著，目標的距離卻是顯而易見，循環舵需要的距離，是本船長度的 6 到 7 倍，才能夠有效的制動本船。

- 滿舵迴轉，本船可以在 3 分鐘左右完成迴轉，使用循環舵 3 分鐘，本船可能仍然在停船位置的半路上，正在使用半速前進，或是對我們的原始航線，取得一些正橫距離。

- 操作循環舵到一半時，大概是前進 3 倍船長的距離，本船正在使用第 1 個反向的滿舵，就像圖形緊急操船，這是減速最有效的階段，循環舵的原理是利用水流的阻力，本船船殼的作用就像大型的擋板，擋掉本船的對水速度，或者是使船隻停止在水中。

- 請參考圖形不同尺寸大小的貨櫃船，滿舵的迴轉，再迴轉的第二階段，有 3 種力作用在船體上，船尾被舵板推開，水流的阻力使船體向後退，船隻的質量是把船尾向前推。

為了最佳避碰目的，船長要決定，應該先用何舷的滿舵？在圖 91 避讓空間不足實例，本船使用了左滿舵來做示範

- 第一個循環舵使用左滿舵或是右滿舵？很重要，因為後續的動作，都無法改變此時決定後的命運，取決於本船旁邊的航行障礙，哪一舷較為清爽。

- 本案例該輪航向 135 度，航速 14.3 節，有很多的小目標船，在本船的左舷，左舷不安

全，應該先使用右滿舵，先因為本船在 3 分鐘之後，很可能會失去控制。

- 如果本船使用左滿舵，來開始循環舵的操作，我們會將船隻推往本船原來航線的左邊，就像圖形，所以對於使用循環舵來講，如果我們先使用左滿舵，那就會風險很大。
 - 如果我們第一個是左滿舵，左轉的迴轉速率太大，然後改用右滿舵又太晚，就可能在船左邊發生碰撞的風險。
 - 所以本船應該先用右滿舵，做循環舵的第一個滿舵迴轉，然後將本船的船位，留在原來航線的右邊。
 - 在整個循環舵的操作之中，真正要避碰的目標船是南邊的被追越船，是本船需要去避免碰撞的，但是他的正橫距離對本船來講，是 0.3 海浬，在船頭的小型船隻，現在卻沒有正橫距離。
 - 3 個 CABLE 的距離是 555 公尺，非常接近本船，但是他還是比船頭的小型船隻的正橫距離要多，因為這些小船都是向左舷開，本船使用左滿舵，就是去追逐。
 - 在航向開始右轉後，本船應該使用左滿舵，去制動向右舷的迴轉，最終本船開始向左轉時，可能已經向右舷轉了 10-15 度，從 135 度轉到 145-150 度，完成第一階段的迴轉。
 - 本船也許會過度迴轉，船首向會到達 155 度，超過第一階段的迴轉。
- 在使用循環舵時，過度迴轉不一定 OK，當使用第二個反向滿舵時，船長應該檢查迴轉速率是否正在減少，如果船長可以確定本船的迴轉速率已經慢慢降低到 0。就可以證明本船是在他的控制之下，並且本船的位置，是留在右舷。
- 那本船與右舷的被追越船，又有何保證，可以避免碰撞？當我們使用循環舵之時。這個解答，就是跟其他避碰的情況一樣，利用同速或是同向來避碰。
 - 如果本船的速率可以減到 9.4 節，跟被追越船一樣，從 14.3 節的原始速率減少到 9.4 節，就有可能避免碰撞，但是循環舵會快速減速，船首向要偏 10-15 度，船身進到第二階段的轉向，才有擋水的的效果。
 - 如果循環舵的航向改變，只有 10 度，從 135 度轉到 145 度，船身還沒有到達第二階段的迴轉(因為我們知道滿舵的減速，真正有效的時間是在第二階段的迴轉)。
 - 從後續的雷達上，我們看到速度的減少，是從 14.3 節減到 12.3 節，12.3 節仍然高於被追越船的船速 9.4 節，無法同速，所以碰撞危機還沒有解決。
 - 解決方案就是保持與被追越船的航向相同，現在本船是在原始航向的右舷，也許是 155 度，從 145 度過度迴轉來的，目標船的航向是 115 度。
 - 要從 155 度轉到 115 度是一個緩慢的過程，如果船長看到本船向右舷的迴轉速率已經降低為 0，而本船的船首向已經開始向左轉，可以試著停車，來進一步減低船速。
 - 單純的使用第二階段反向的滿舵，是有可能將船速從 12.3 節降低到 9.4 節，如果我們有時間去等待的話。

循環舵並不需要，每次都要向左右舷轉向超過 10 度以上，才去壓反向的滿舵，只要非常小的鋸齒形操作，像是向左右兩舷作 5 度的轉向，就可以用來降低本船的速度，跟大角度鋸齒型操作，也是一樣有效。

現在基隆領港的說法是，在港裡面的空間有限，只要船隻開始向左右轉，就立刻壓反向的滿舵，來改變原來的迴轉趨勢，也就是看到迴轉速率顯示是，剛由紅變綠時(開始向右轉)，就壓左滿舵，當迴轉速率顯示開始由綠變紅時(開始向左轉)，就壓右滿舵，來回四次，速度可

以降低一半，10 節可以減到 5 節，依照大陸的講法，5 節以下，就是安全速度。

VSZZ 就是 IMO 推薦，用來取代大角度的循環舵操作。

在這個案例，本船可以使用兩種變通的方式，

第 1 就是非常小的非常小的鋸齒形操作 VSZZ：Very Small Zig Zag，使用非常小幅度船首向的循環改變，取代傳統三個 10 度轉向的循環舵操作，也許 10 次左右，來取代傳統的扇形船首向的改變，

第 2 循環舵的替代方案，是左右不平衡的循環舵操作，在第一次使用右滿舵的時候，向右舷轉到原航向的 5 度就好，然後向左舷轉向的時候，轉向角度可以放大到原航向的左舷 10 度，避讓右舷的船隻，只要注意迴轉速率的變動，經常小心，不要有過度迴轉或是迴轉速率太高產生。

循環舵的情勢知覺

我們在使用循環舵時，不單要注意航向的改變，同時對於天候因素，本船的操縱性能，或是避碰的角度等等，這些都要在我們考慮的範圍，向上風迴轉的舵效總是比下風好，要向下風啟動迴轉比較難，船長是不是有檢查漂流角是多少？左舷的漂流角是否大於右舷的漂流角？我們對這一切細節的注意力，注意的時間點？舵角的大小？船體的反應等等，對我們的操船，都會有很大的影響。

操船點線面 - 43 應急操船：人員落水

人員落水也是循環舵的操作

提早採取行動是避碰規則的要求，說的比做的容易。做一個當值船副，我們集中精神在碰撞危機，我們使用各種 6 9 12 分鐘的速度向量線觀測碰撞危機，在早期的階段，提早採取行動。

作為一個船長，在港區我們比較關切的是，船隻的操縱空間。因為在港區碰撞危機是隨時在變，所有的船隻都在隨時轉向與動車，船長注意力應該集中在哪裡有安全的水域，可以供本船航行，停留，通過。

避碰規則與當地航行規則的操作，在港區哩，只能作為參考用，因為每條船都在近接的情況，每一個行動都能被證明是最佳的避碰行動，因為兩條船隨時都在改變航向航速，都可以說是最佳的避碰行動，但是還是發生碰撞。

人員落水也是一種循環舵的操作，主要著眼於使用最小的進距來完成 180 度的迴轉，用來拯救人員的性命。當船長使用滿舵迴轉時，我們知道本船永遠都有可能，失去對船首向的控制，尤其是對那些方向不穩定的船隻，像是散裝或油輪，不管他是大型或是小型船隻。這些船隻的設計，就是要裝載最大的貨物重量，它們水線下的船體，經常都非常飽滿。這些豐滿的船體，在船頭提供了更多的阻力，在船尾提供了更多的動量，有利於船隻的迴轉，這兩種力的交互作用，使得大型的油輪，可以很快的啟動迴轉，停止迴轉就比較慢，相較於那些流線型船體的貨櫃船。

船體的阻力在船隻迴轉時，是減速的主要力量。當本船在做循環舵的時候，方向不穩定的船隻，很容易被過度的迴轉速率帶走，不能穩定在需要的航向上。船長應該隨時監測本船的迴轉速率，然後及時使用反舵來穩定本船的船首向。

模擬人員落水迴轉的循環舵操作

人員落水不是經常發生，但是它是一個很好的操作，可以讓我們瞭解本船的迴旋要素，我們建議使用 3 分鐘的速度向量來察覺碰撞危機，然後操縱船隻，遠離眾多可能的碰撞目標。如果本船在 3 分鐘的時間內，發生碰撞危機，我們應該怎麼辦？如圖 93 使用滿舵避讓的效果，在滿舵迴轉時，我們可以控制的迴轉速率是多少

圖上本船速度是 3 分鐘跑了 11 個 CABLE，等於是 22 節的船速，航向是 000 度真北，滿舵迴轉後，我們使用本船原來 3 分鐘後的位置，比較迴轉 3 分鐘後的位置，其前進距離 advance 與正橫距離 beam distance 的差別，在 3 分鐘迴轉之後，舵是從右舷開始的，在這樣子的操作之下，我們得到的差異如下，就像圖 93 的左圖，藉由循環舵，

- 從原始的航線向右轉 20 度，可以橫移 4 個 CABLE 的距離，也就是得到 741 公尺的正橫距離，第 3 分鐘的船位，移動到原航線右舷四個 CABLE。我們的前進距離少了 3 個 CABLE，556 公尺，比較 3 分鐘後原始直線的位置(黃船位置假設為碰撞點位置)。
- 可以延遲本船到達原始位置正橫，1 分鐘的時間。新的到達時間是 4 分鐘，原來是 3 分鐘，就會到達。
- 向右做 20 度的循環滿舵之後，本船離開原來位置四個 CABLE 的正橫距離，741 公尺的距離足夠兩條船船身的全長，避碰已經足夠遠，如果目標船從右舷接近，在 3 分鐘之後，他會到達原始的碰撞位置(黃船)，如果它跟本船的速度一樣快，是 22 節，也就是 3 分鐘可以跑 11 個 CABLE。目標船將會提早 1 分鐘的時間，從本船船頭通過，在第 3 分鐘到達原來的碰撞位置。本船到達新碰撞點正橫的時間，從 3 分鐘增加到 4 分鐘，前後差了 2 分鐘。
- 使用右滿舵移動本船的位置，到右舷的四個 CABLE 正橫距離，對從右邊來的船隻，這是好的。因為目標船比我們早 1 分鐘通過碰撞點，而本船還未通過他的航線(碰撞線)，也就是他從右邊來，我們向右轉的話，新的碰撞點，將會經過他的船尾。
- 如果目標船比我們早到新的碰撞點，本船會晚一點到新的碰撞點，這兩個效應加起來，就會提供適當的距離來避免碰撞。
- 如果目標船從左舷來的，本船使用右滿舵，會把新的碰撞點移到本船右舷正橫的 4 個 CABLE 遠，本船會多出來一分鐘碰撞時間，對避碰是毫無用處的，因為目標船很可能也是 1 分鐘之後，到達新的碰撞點。
- 本船循環舵轉到新的碰撞位置，向右邊移動了四個 CABLE。目標船也是向右邊，多航行了 4 個 CABLE，把原來的碰撞位置向右移動了 4 個 CABLE，對兩條船來講，都是沒有用處，反而造成新的碰撞。

所以再一次，我們又學到這個教訓，就是本船的船首向決定新的碰撞位置，我們對船首向的選擇，要非常小心。

一海浬的前進距離做循環滿舵

在緊急操船下舵令的時候，對一條大型的油輪或是貨櫃船，超過 330 公尺的長度，轉向需要 6 倍船隻的長度，這就是相當於一海浬的前進距離，同樣的時間，來做循環滿舵，只有兩三次用舵的機會。

右滿舵加一個左滿舵加上穩在新航向。

左滿舵加一個右滿舵加上穩住新航向。

一海裡的距離內，循環滿舵能夠做得到的操作，最多只有 3 次，可以下舵令的次數更是嚴重受限，兩個滿舵加一個穩住航向。

我們可以使用的舵令次數，如同俾令，是非常有限的。這就跟俾令只有七次是一樣的，一般連續超過七次的俾令，就會讓空氣壓力櫃裡面的壓縮空氣，壓力不足，沒有辦法吹出足夠的主機轉數。

在做循環舵的時候，都是緊急的時候，所以也沒有多餘的空間，如果舵工打反舵，就算知道，也沒有時間來修正。所以對要迴轉的方向，打反舵的時間，控制迴轉速率，要抓得非常准，這是非常重要的。

操船點線面 - 44 無風無流的港口

在無風無流的港口，離泊相對簡單，在拖輪的協助下，或利用自身側推、車舵錨、纜繩等的協助下，將船舶平移出一定安全橫距後（至少 1 倍船寬），再開首開出；

如需調頭，可視水域情況選擇開首或開尾調頭離泊，向左或向右調頭皆可。通常，對於右旋螺旋槳船舶，向右調頭略比向左調頭更快，左旋螺旋槳船舶則反之，

操船點線面 - 45 順風順流開尾離泊

風流由船尾而來，橫距不應小於三分之一船長

當採用順風順流離泊或順風順流調頭離泊時，應先開尾，使內舷受流，將船舶拉出足夠安全的橫距，通常視流壓角大小而定，橫距不應小於三分之一船長，再利用車舵拖輪等協助將船頭挑出，順流離泊或順流調頭離泊。如配有雙拖輪協助，應將大馬力拖輪配備于迎風迎流端。

順風順流開尾離泊操縱的關鍵

順風順流開尾離泊操縱的關鍵點在於，首先必須先開尾，令內舷受流，將流變成離泊的有利因素，其次是橫距必須足夠，橫距不應小於三分之一船長，如果橫距不足就急於開首離泊，勢必造成外舷受流後，船舶整體向下游垮壓，而此時開角尚小，如欲增大開角，勢必得減弱船尾拖輪的力道，造成船尾更快壓向碼頭，而如欲加大船尾拖輪的力道，減緩船尾壓向碼頭的趨勢，則勢必造成船舶開角減小，更難離開碼頭；且此時船速尚低，船尾離開碼頭的向量，不足於彌補船尾向內偏轉，趨近碼頭的向量，與受流影響，船舶整體向下游垮壓的向量之和，造成船尾甩向碼頭或船尾擦撞碼頭或他船的事故，當出現這樣的緊迫局面時，小型船舶尚能借助拖輪協助予以挽救，而大型重載船舶，幾無逃逸的可能。

外舷受流，為什麼會這樣？----明明剛起拖的時候可以拉的動，而後就一路橫掃著碼頭而下？**圖 96** 外舷受流，為什麼會這樣？

分析：位置 1、隨著角度的打開，外舷受流側面積急劇加大，流壓造成船舶整體向下游垮，已經超過拖輪所能控制。

分析：位置 2、隨著船舶的偏轉（開角），內舷甩尾向碼頭的速度，大於船舶整體向外平移的速度，船尾更趨近於碼頭。

分析：位置 3、為了減緩內舷船尾甩向碼頭，不得不減緩船頭拖輪與側推，影響開首。

分析：位置 4、船頭開角不足，橫距不足，進車將觸碰前方船舶或吊機，倒車將船尾觸碰碼頭，不進不退，將被流水壓向前方船舶。

踢進：舵角該用多大？

如果要用“踢進”，動車前要先用“滿舵”，這能確保可以產生最大迴轉舵效，同時也有“踩住煞車”的功效，降低一些進車的前進速度。如果使用的舵角減少，如 15° 或 20°，會降低舵效且會增加前進的速度；但同樣重要的是，停車前，舵角不可以小於滿舵，且一定要先停車之後，再將舵繳回正。

踢進：用車該持續多久？

操作“踢進”用車的時間應盡可能短，拉長用車的時間，在達成初始要求的舵效後，只會造成艏向過度的偏轉和車速不必要的增加，這會導致需要操作另一個反向的“踢進”去矯正這種現象，只要主機轉速達到設定用車的最大轉數時，就可以立刻停止用車，實際運用時，船長可依艏向需要修正的幅度及“踢進”矯正的成效，判斷停止用舵的時機，船長累積的經驗，可使操作愈趨精準。

台北港與超大型貨櫃船操縱

台北港自然環境 - 氣象

- 春季主要為東北風
- 夏季主要為南風及西南風
- 秋季主要為東北風及東風
- 冬季主要為東北風
- 落山風(東南風) - 東北季風末(北方高壓出海)、南邊有颱風(熱帶氣旋)
- 颱風季 - 六月至十月
- 霧季 - 春季(二月至三月)

台北港自然環境 - 海象

潮汐及潮位

- 潮汐為典型半日潮，通常每日有二次潮汐起伏，每日二次潮差差異不大，農曆朔、望時最大。
- 月平均潮差約 2.1M，平均月最大潮差約 3.0M，最大潮差為 3.6M。

海流及流況分佈

- 潮流主要為半日潮流，台北港海域水流分佈特性，受潮汐、潮流、季節、局部地形效應所影響。受東北季風影響，西向及南向流速有顯著增加。
- 主要流速多在 60 cm/s(2 KTS)以下，佔 77.8%，主要流向為 NE~ENE、SW~WSW 往復運動。NE 佔 29.8%，ENE 佔 10.2%，SW 佔 13.1%

台北港港口流場

- 受海象條件(東北季風)、潮流、地形、結構物闢建(物流倉儲區)影響，堤頭附近流況相當複雜。
- 漲潮時段潮流由東北往西南方向，流速較快；漲潮時，潮流在南防波堤與岸邊形成一逆時針環流，流速約 0.2~0.4 m/s
- 退潮時段潮流由西南往東北方向。

台北港 地理條件

航道

- 堤口寬度(南堤到北堤) 600M
- 縱深(堤口到 N2) 2.0 NM
- 外航道寬度 400M(水深 -17.0M)
- 內航道寬度 300~400M(水深 -16.5M)
- 內港迴船池直徑 720M(水深 -16.5M)
- 貨櫃碼頭水深 -16.0M

接送引水之配合事項 (圖 86 台北港航道圖)_

- 登輪船速 7~8 KTS
保持前進速度，勿停俾(除非緊急情況)
- 引水梯：下風舷 1~1.5 M
- VHF CH 11 與引水艇保持聯繫，聽候指示；
船副攜帶對講機與駕駛台保持聯繫
- 建議 Side Door 旁加縛繫固引水梯平貼於船殼
- 惡劣天候下，引水艇貼上後聽候指示滿舵做下風以便領港登輪，領港登輪後 Course Again 回到進港航向，保持船速 8~10 KTS 進港。引水登輪後，保持 8 KTS 以上進堤以抗風流壓
- 冬季 東北季風 - 右滿舵(右舷下風)
- 夏季 西南季風 - 左滿舵(左舷下風)

雙島船操縱特性

- 體積龐大、排水量巨大、慣性大，但主機馬力偏小，加速、減速慢，因此船速不能快，要留餘裕及早停俾煞減慣性。
- 雙島式駕駛台位置位於距船艙 1/3 處，操船視野與思維不同於以往船舶，施舵、用俾時機點均有不同。
- 保向性較好，旋迴性相對較弱，旋迴直徑大，故需用大舵角，早用舵、早回舵。在轉向過程中船尾反移量不容忽視。
- 船舶尺寸增加致使側面積增加，附加甲板上積載貨櫃高度，受風面積大增，靠離泊要充分考慮風的影響及限制。
- 船舶首尾曲率大、乾舷高，拖船推頂及拖纜繫帶位置需特別注意。
- 保持平行靠泊，避免單點攏靠。拖船推頂進泊，需注意貼上泊位時的速度(<0.2 KTS)，若靠泊橫移速度過高，可能造成船舶或碰墊、碼頭設施的損傷。
- 吃水深，港內航行應保持於航道中央，避免岸壁效應影響。
- 船舶體積大、盲區大；港域狹窄，迴轉時艙艙人員應注意回報岸側距離；雷達及

ECDIS 等航儀設定應仔細核實確認。

引水站至防波堤口

- 強東北風及漲潮流時，保持船速 10~12 節，受風流影響船會向西南偏移，航向應向左修正保持正對堤口。
- 強西南風及退潮流時，保持船速 9~11 節，受風流影響船會向東北偏移，航向應向右修正保持正對堤口。
- 強東北風及退潮流時，及
- 強西南風及漲潮流時，風與流大致相抵，保持船速 10~12 節，保持航向對堤口。

防波堤口至 SB5(堤內綠浮)

- 進堤前維持於航道中央
(漲潮流時略偏左側，退潮流時略偏右側)
- 轉向 090°，降速至 S/AH，注意風壓
(強東北風致艏左偏，強西南風致艏右偏)
- 艏進堤後，艏仍受流影響，需適時用舵抑制
(漲潮流推左艏致艏左偏，退潮流推右艏致艏右偏)
- 進堤後可降速至 DS/AH，轉過 SB5 後，穩舵保持航向 065°
(順風進港應及早減速；逆風進港則易控制)

地形風(落山風)風力限制

- 全年不定時有 E~SE 地形風，對貨櫃碼頭為向岸攏風，風勢強勁對超大型貨櫃船靠離泊影響極大。由於目前港勤拖船數量、馬力有限，因此港內颳起強落山風時，離泊時建議風速限制如下：
- LOA < 300M， 風速限制 < 30 KTS，2 TUGS
- LOA 300-330M，風速限制 < 25 KTS，3 TUGS
- LOA > 330M， 風速限制 < 20 KTS，4 TUGS

迴船池調頭拖船運用技巧

- 力量：推頂>拖拉
- 槓桿力矩：離支點越遠，效果越佳。
- 拖船效率取決於所作用的位置。
- 船速低，效果佳，船速 < 5 KTS
- 帶纜位置跟限制：費時，斷纜風險
- 拖船種類、人員技術
- 通訊：口令簡短明瞭，複數拖船注意位置
- 操作限制：預留緩衝時間(推頂《=》拖拉)

迴船池調頭拖船運用，前進調頭？或是後退調頭？(3 拖)

- 雙拖置右艏推頂（用前進調頭？）
前進時（PP 點在前），推頂尾端效果佳，配合倒俾橫向力
- 一拖置左艏推頂（用後退調頭？）
後退時（PP 點在後），B/T + 拖船效果佳
調頭完成後移船艏

迴船池調頭拖船運用(4拖) 圖100 迴船池調頭拖船運用(4拖)

- 雙拖置右艉推頂
前進時 (PP 點在前)，推頂尾端效果佳，配合倒俾橫向力
- 一拖置左艉帶纜，朝後拉協助降速
- 一拖置左艏推頂

平離平靠在實際操船時之限制

- 平離平靠是超大型船舶靠離碼頭操縱的必要條件，憑藉強而有力的拖船、Bow Thruster 可順利達成。
- 拖船操縱術：配合船舶前進/後退，風力影響，控制艏艉拖船力量平均推頂入泊。
- 目視觀察船身與碼頭線的平行時，會有『鐵軌效應』(Railroad track effect)，尤其超大型貨櫃船更明顯，貼近碼頭時須隨時比對艏向與碼頭法線度數。船長應該記得碼頭法線是幾度？然後與本船船艏向相差不可超過 3 度，橫靠速度不可超過 0.3 節。

全文完。