

## 第七章：直航船的行動

### 有效的避碰行動：羅經方位有多少明顯的變化？

直航船所採取的避碰行動，是依照避碰規則，分階段進行的。

- 一開始，當一船給另一船讓路時(4-8 海浬)，他船應保持其航向及航速。由避碰規則第五條瞭望，各船應經常運用視覺、聽覺及各種適合當前環境所有可使用之方法，保持正確瞭望，以期完全瞭解其處境及碰撞時機。
- 當直航船行使其應保持其航向及航速義務時，瞭望條款依然適用。瞭望工作必須隨時保持備便。
- 依據避碰規則如駛近船舶之羅經方位無顯著改變時，碰撞危機應視為存在。真方位的變化是判斷兩船，是否存在碰撞危險的有效方法。
- 當一船的航向和航速保持不變時(直航船)，相對方位的連續觀察，也可以用來判斷碰撞危機。相對方位=真方位 $+$ / $-$ 船首向，假設船首向不變（船首向為一定值），則真方位的變化等於相對方位的變化量（相對方位的變化量=真方位變化量 $+$ / $-$ 常量）

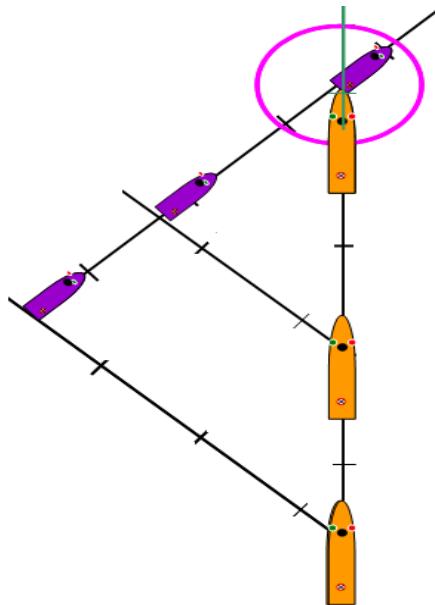


圖 7-1

### 碰撞危機的判斷

我們來看上圖，船首的碰撞分析。橫越船的初始相對方位大約為左船首  $50^\circ$ ，此碰撞案例中，相對方位減少到零度，真方位的變化為增加  $50^\circ$ 。如果這  $50^\circ$  的方位變化，發生在兩船有足夠的間距情況下，則不會碰撞。由此案例可知，發生碰撞時，

1. 兩船間的距離為零。
2. 並且真方位的變化量(310 度減到 360 度=50 度)，剛好等於相對方位的變化量(左舷 50° 到船首 0°= 50 度)。所以，要避免碰撞需要相反的條件，如有效的避碰行動，應具備下述條件：

在安全距離下，相對方位的變化量要大於初始的相對方位。

#### 避碰規則規則第七條 碰撞危機

四、在研判是否有碰撞危機存在時，應考慮下列各項：

- (1)如駛近船舶之羅經方位無顯著改變時，碰撞危機應視為存在。
- (2)雖駛近船舶之方位明顯改變，碰撞危機有時仍可能存在，尤其當接近一巨型船舶或一組拖曳船，或逼近另一船舶時。

我們對於碰撞危機的觀念，是由避碰規則來的，如下：

第七條第四項(1)是羅經方位有明顯的變化，則不存在碰撞危險。和

第七條第四項(2)即使羅經方位有明顯的變化，依然可能存在碰撞危險。

這一條區分開來，原因有二，當接近一巨型船舶或一組拖曳船，或逼近另一船舶時。

羅經方位變化的觀念，應該是適用於所有情況。為什麼還會有四(1)與四(2)的不同，造成我們搞不清楚，到底有沒有碰撞危機的情況？

關鍵是，近距離方位變化和遠距離方位變化的情況是不同的，到底什麼樣的距離，算是近距離？什麼樣的距離是遠距離？沒有嚴

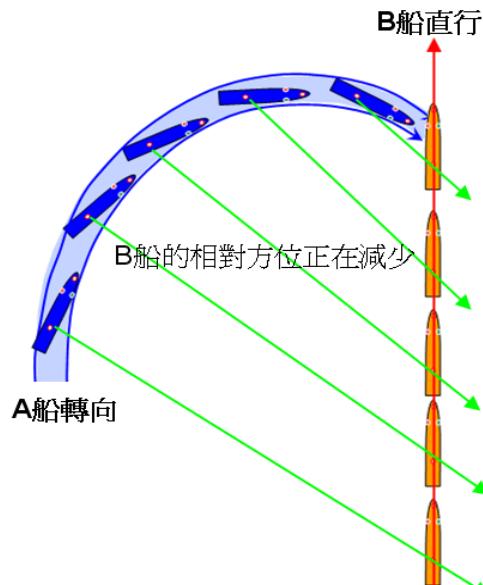


圖 7-2

格的界定，造成碰撞危機似有若無？可以參考第五章碰撞危機，所做的研究如下：

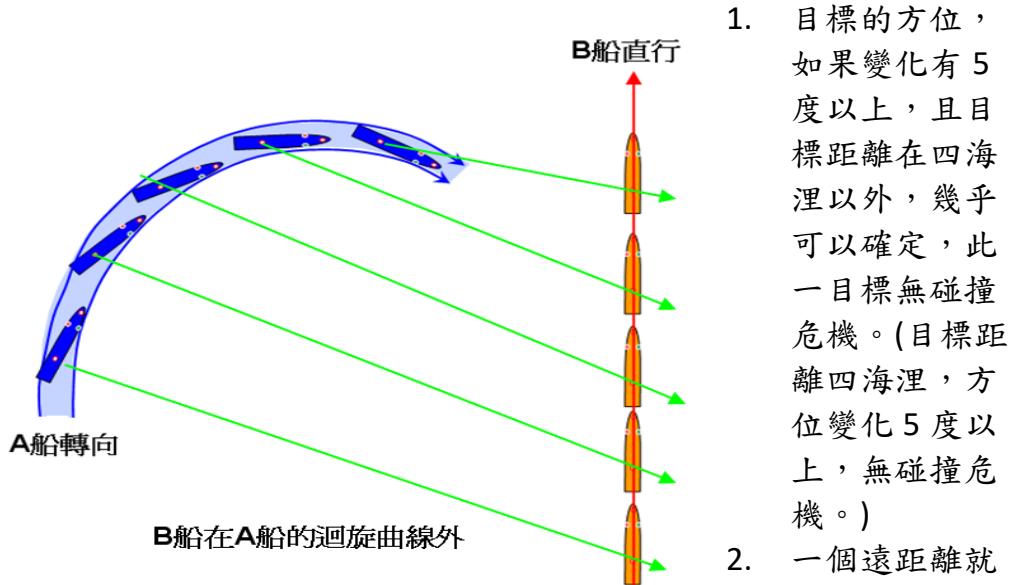


圖 7-3

距離 4 海浬時，目標方位沒有 5 度以上的變化，此目標可能有碰撞危機。

- i. (目標距離 4 海浬，方位變化 5 度以下，有碰撞危機。為甚麼不是可能有？)
- ii. 因為當值船副要取做後續確認的動作，目前要假定為有危機。)
3. 用 6 海浬與 4 海浬兩次觀測方位相比較，如果方位變化在 5 度以上，則表示 CPA 大於一海浬。
4. 不論任何船隻，在最小碰撞距離 DTC 下(7 倍船長前進距離)，避碰的底線是 24 度的轉向角度。
5. 換句話說，在最小碰撞距離 DTC 下，方位沒有 24 度的變化，就有碰撞的危機。

由此可見，四(2)的避碰規則，即使羅經方位有明顯的變化(如果在七倍船長的距離內少於 24 度)，依然可能存在碰撞危險。

1. 目標的方位，如果變化有 5 度以上，且目標距離在四海浬以外，幾乎可以確定，此一目標無碰撞危機。(目標距離四海浬，方位變化 5 度以上，無碰撞危機。)

2. 一個遠距離就開始觀測的目標，如果到了

上述的第四點結論，實際上，就是在說明羅經方位有沒有明顯的變化？這明顯的變化是多少？方位變化的底線，到底是多少？與最小的 DTC 碰撞距離有關。

有一個觀念”相對方位改變，不可以拿來做為碰撞危機研判的根據”

- 由圖 7-2 顯示，當 A 船轉向的時候，雖然 B 船的相對方位正在減少，但是並不能保證，不會碰撞 B 船。
- 在 7-3 圖顯示出來，當 A 船轉向的時候，B 船的相對方位同樣正在減少，卻沒有碰撞危機。差別是 B 船在 A 船的迴旋曲線外，這是否表示迴旋半徑的軌跡外，就是安全距離呢？(有效的避碰行動，應具備下述條件：在安全距離下，相對方位的變化量要大於初始的相對方位。)
- 不管 B 船是在 A 船的迴旋曲線內 (如圖 7-2)，或者是在 A 船的迴旋曲線外(如圖 7-3)，對直行的 B 船觀測 A 船的轉向，A 船的相對方位改變，都不明顯(把箭頭方向反推回去)，所以 B 船可以很合理的懷疑，A 船有可能有碰撞危機。對直行船來說，使用相對方位判斷碰撞危機，是合理的行動。
- 另外在近距離的避讓時，我們也需要考慮花開效應。直行船的相對方位變化(如 B 船)，並不能保證沒有碰撞危機。

任何船隻在避讓它船時，都應該要檢查，本船的碰撞距離，夠不夠本船的 7 倍船長，即本船的迴旋半徑內，是否可以安全操作？這是安全距離嗎？

- 如果本船的碰撞距離，不夠本船的 7 倍船長，即本船迴旋半徑內，並不清爽，則表示相對方位的變化，已經不足以避免碰撞。(見上圖 A 船)
- 這時，若是還有 4.5 倍船長的前進距離，可以使用滿舵，來完成大角度的迴轉。(至少 30 度以上，是不是?)
- 否則應該注意，本船是否能及時停車，本船的衝止距是七倍船長嗎？當然不止。應該使用 Z 字型滿舵停船法，去立刻減速與注意兩船的實際距離，與花開效應。

- Z字型滿舵停船法，應該先用那一側的滿舵呢？是不是與它船相對方位變化有關？
- 當接近超大船或小船在很近的距離時，一艘大船需要使用更大的迴旋半徑，才能做出避讓空間。
- 同樣的，大船上的當值船副，應該知道，避免讓任何船隻進入本船的盲區，及早採取行動。(見第三章，蛇形迴轉)
- 小船的當值船副應該知道，當你看不到接近船隻駕駛台的窗戶，基本上，你對大船而言，可能是不存在的，也就是說，你已進入了他的盲區。(下圖)
- 小船的當值船副應注意兩船的實際距離，與花開效應。230公尺大船兩倍船長的死角與盲區，對50公尺的小船來說，迴轉空間還是很大的。對150公尺的小貨船來說，就是不夠。
- 小船在近距離，接近一條大船時，需要知道當大船艏向對著你來時，如果接近船隻的駕駛台窗戶，與它船頭貨物重合，快要看不到時，你就危險了，需要採取措施自救。(下圖)
- 小船在近距離，接近一條大船時，更需要特別的技巧來避碰(第六章，保持與目標船的船身相平行，是近距離避碰的關鍵)，來消除危機。相對距離再近，也許兩條船會產生相互作用。

碰撞點可能是  
在全船、船艏、船舯  
或船艉上的任何一  
點。即使我們已經努  
力了，碰撞仍然有可  
能發生，但是我們可  
以減少，碰撞造成  
的損失，絕對值得我們  
在這的研究。至少也



圖 7-4

不會留下任何灰色地帶，像第六章的船長，開著20節的大船，可能碰撞時間還有6分鐘，可能碰撞距離還有兩海浬，就已經在惶恐，拉警報(狹窄水道多目標避碰的操船控制)。

為了減壓，只能減速航行，或者更早12分鐘/4海浬前，就開

始焦慮。

### 兩船相遇，各階段直航船舶之措施

#### 第十七條直航船舶之措施

一、(1) 當兩船中之一船應讓路時，他船應保持其航向及航速。



圖 7-5

(2) 直航船舶，當發現應讓路船舶顯然未依本規則採取適當措施時，亦可單獨採取措施，運轉本船以避免碰撞。

二、不論任何原因，應保持航向及航速之船舶，發現本船已逼近至僅賴讓路船之單獨措施，不能避免碰撞時，應採取最有助於避免碰撞之措施。

當有碰撞危機時，這裡有三個階段，關於讓路船和直航船，應該採取什麼措施來避碰。

- 在第一階段(12 - 8 海浬)，假若兩船相距 8 海浬以上，兩艘船視為無碰撞危機，可依她們自己的需要來操縱本船。兩艘船在她們的原來的航線上，可以任意轉向或改變速度。

- 在第二階段(8 - 4 海哩)，當兩艘船的距離已經減至小於 8 海哩，直航船應保持其航向及航速。直航船隨意轉向或減車，便有可能阻礙讓路船的避讓措施，所以直航船應保持其航向及航速。

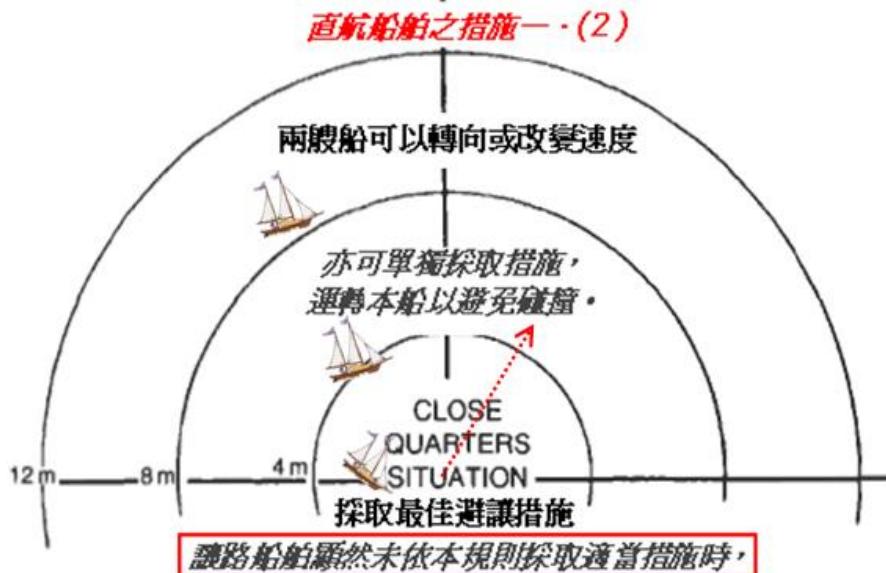


圖 7-6



圖 7-7

- 在第二階段，直航船只要能確保兩船安全通過，而讓路船還未採取避碰措施，仍可以做她本身的操控(第十七條第一項第二條，當發現應讓路船舶顯然未依本規則採取適當措施時，亦可單獨採取措施，運轉本船以避免碰撞。)。
- 在第二階段，當讓路船已經採取避碰措施時，直航船必須保持原始航向和航速(第十七條第二項)。
- 在最後的階段(3-1 海浬，少於 4 海里)，假若碰撞危機仍存在，兩船都必須採取最佳避讓措施以減輕碰撞傷害。實務上，非常重視是哪一條船(未在第一跟第二階段，採取適當的避碰措施)，造成接近的態勢(close quarters situation，也就是進入第三階段接近的態勢)。

### 第一階段迴轉，本船操船空間跟時間的底線

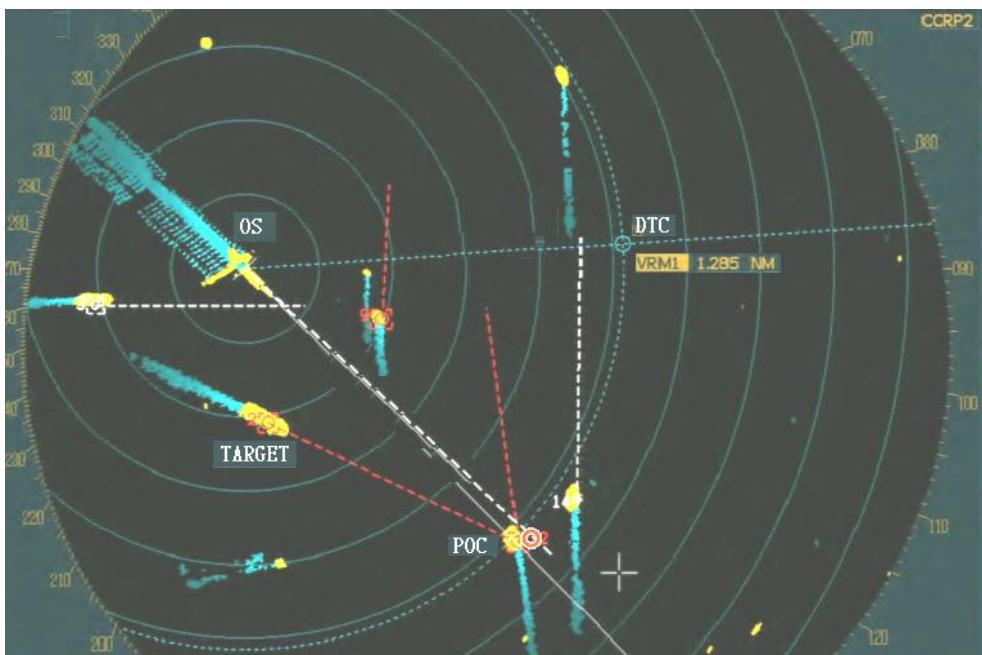


圖 7-8

如果有任何船隻接近本輪，本輪的碰撞距離 DTC 少於一海浬時，我們便需要採取必要的行動。這個一海浬，並不是他船的距離，而是指本船要前進的距離”碰撞距離一海浬”。一般船隻的巡航速

度，都是以公司規定的放洋速度航行，以規定 20 節的放洋船速計算，前進一海浬需要 3 分鐘，這個 3 分鐘，即是 ARPA 顯示幕上，可以提供的三分鐘速度向量。

以操船來講，我們需要知道的是，自己的操作空間跟時間的底線是多少？

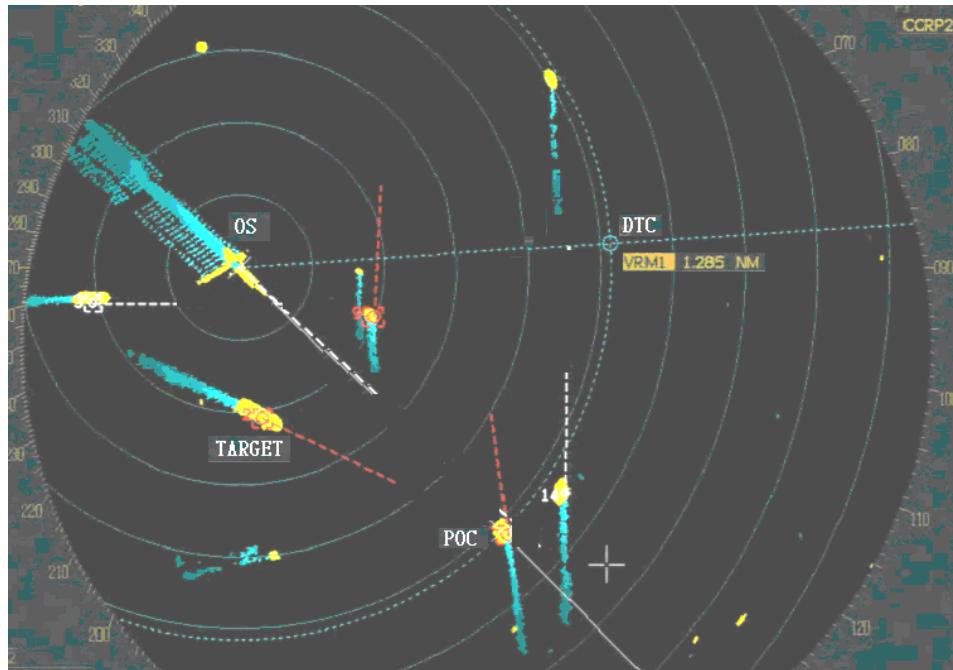


圖 7-9

我們需要的操作空間，就是 ARPA 上的三分鐘速度向量。參見圖 7-8 為 6 分鐘速度向量，海面一團混亂，圖 7-9 為 3 分鐘速度向量，這一條速度向量就像本船的金箍棒，左打周瑜，右打黃蓋，無奈左右都有船，不能安全通過，但是我們知道，正船頭的兩條船是無關的，

- 此時最好的選擇，應該是立即減車停車，但是 0.6 海浬，本船不太可能停下來(每圈固定距離圈為 0.25 海浬)，
- 看來應該做 Z 字型滿舵停船法，來立刻減速？
- 那又應該先用那一側的滿舵呢？右舷的水域似乎是比較空

曠，而且右前方的船，3分鐘後，並沒有立刻的碰撞危機。

本船操船空間跟時間的底線，就是 ARPA 上的 3 分鐘速度向量線。這樣子我們才知道，本船有多少的距離與時間？可以合理行動去避碰。

航海者如果要判斷，多少為安全通過距離呢？

- 通過的船隻，最少都要有一倍船長的距離。這樣可以保證，無論採用船上哪一個部位，觀測方位變化？都可以安全的通過。
- 正確的方位觀測，應該都是以他船的船尾方位為準。
- 如果方位觀測的參考點不對，即使觀測者發現真方位的變化大於相對方位的變化，仍然可能存在碰撞危機。

例如，如果本船取他船船首，為觀測方位的參照點，並且他船船首方位變化，大於初始相對方位（也就是說，本船已經清爽他船船首），但仍然可能與它船尾相撞。很明顯，

- 在近距離接近他船時，方位的變化，已經不能作為判斷碰撞危機的唯一標準，
- 需要考慮近距離時，兩船船首和船尾間通過的餘裕距離。
- 實際上，在近距離情況下，對距離的觀測比對方位的觀測更重要，更能準確知道碰撞的可能。

就像船舶在港內掉頭轉向時，操船者要有能力判斷，在迴轉過程中，船首與碼頭的最短距離，而不是碼頭的相對方位變化，以便對碰撞碼頭的危險，做出正確判斷。迴轉雖然有快有慢，保持安全距離最重要，這也說明，正確估計距離大小的重要。

### 第三階段直航船，最有效的操舵避碰程序

如果我們為直航船，並且本船左舷方位的讓路船，沒有採取必要的措施來避讓本船。當班駕駛員

1. 在 10 海浬時，就已經開始注意來船的方位變化，儘管當班駕駛員，已經採取一切盡可能的方法去警告來船，
2. 在 8-4 海浬時，還採取了  $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$ 的小角度的航向改變，去調整接靠位置，以進入安全位置(這是規則所允許的，讓路船舶顯然未

依本規則採取適當措施) ,

3. 但是在兩船接近至只有兩海浬時，來船還是未採取明顯的航向和航速改變，本船已逼近至僅賴讓路船之單獨措施，不能避免碰撞，應採取最有助於避免碰撞之措施。

當班駕駛員決定採用最有效的操舵避碰程序，

- 如果需要改變航向，要轉幾度？25 度以上
  - 在 8-4 海浬時，最初的措施可能是右舵 10°或者右舵 15°，
  - 在“兩海浬”的距離？航向需要改變幾度呢？當值船副是否有概念？

**7 倍船長前進距離，避碰的底線是 24 度的轉向角度。**
  - 所以向右轉 25 度應該足夠了(因為目前還沒有七倍船長等於 2 海浬的船隻)。
  - 如果有足夠的海域，也可以買保險，考慮做 30 度，或者 40 度的右轉。
- 確認舵工是否正確的執行了舵令：
  - 當下達舵令後，我們應該檢查舵角指示器，確認舵工是否正確的執行了舵令，
  - 並且感受船舶的傾斜（這是舵效的一種表現，也是處境感識的一部分，了解來舵的快慢）
  - 檢查迴旋速率的大小，有沒有迴轉失控的可能？
- 維持一定的迴轉速率：
  - 在船轉到預計航向之前，先正舵以避免迴轉速率持續增加
  - 或是加大舵角以抵抗風壓，維持一定的迴轉速率。

**建議的迴轉速率，應該是在每分鐘 10 度到 15 度。**
- 及時壓反舵角，以穩定在新的航向上：
  - 這是操船的藝術之一，也是方便持續地觀測他船動態的技術之一。
  - 海面上，也許不只一條船隻，也有可能是在狹窄水域上，**本船需要好好控制船艏向，做鎌刀型迴轉，以避免擋淺。**
  - 建議壓反舵的角度，應該是在迴轉速率的兩倍之上，
  - 使用壓反舵的時機，是到新航向的前一分鐘！剛好把迴轉速率歸零在預定航線上。

- 並且持續壓反舵一分鐘(兩倍船長的距離)，讓船艏向能夠在兩倍船長的距離，開始穩定進入新航向。
- 檢查來船的距離：快速檢查來船的距離，因為這個動作，會影響接下來的操作。當我們採取任何避碰措施時，要把來船的距離牢記心中，不僅僅有海浬的概念，最好還要精確到幾個 CABLE(十分之一海浬)。

要把這種檢查來船距離的觀念，貫徹在任何操船過程中，注意它船船首和船尾。與本船的距離的變化。

### 電子海圖與 PPU 可攜導航器

我們有可能沒機會，近距離體會船體各部的距離變化，然而，這種技巧，卻是操船技巧中，最關鍵的要素。在港內，當領港登輪，並且接手操船時，我們更有機會去培養這種距離感。利用這個時間學習，會有兩種好處，第一是船已經接近到，必須引起特別注意的地點(港內的空間狹小)，第二是我們的操船壓力，比平常減輕，可以更仔細的體會。十年前，正確的目視距離判斷是領港的關鍵性能力之一。十年後，這種能力在港區，已經可以由電子海圖 ECDIS 或 PPU Portable Pilotage Unit 所代替，

1. 即時顯示 GPS 船位與電子海圖
2. 隨時測算船位與碼頭間相對位置與距離，船位的控制
3. 估計迴轉速率，控制迴轉速率，迴轉太慢，會減少船隻可以前進的距離。
4. 估計前進速率，迴轉太慢時，應立刻把前進速率降低，主機的功率較拖船、頭車為大。
5. 預測 30 秒與一分鐘後的船位，可以採取措施，立即改正。
6. 估計迴旋支點位置，方便決策。

所以現在的船長，在港區內調頭，對距離的解讀判斷，已經不輸專業的領港，因為有電子海圖與 PPU 可攜導航器可以參考。諷刺的是，現在有些領港，仍然不會或不願使用電子海圖，只會用雷達與目視操作船隻，等到遇到惡劣天氣時，目視與雷達的回跡不清楚，便會產生了問題。好在台灣的港口很少，伸手不見五指的情況

更少(基隆領港，曾因此拒絕開船)，那是對不願意用電子海圖與 PPU 的領港而言。

反過來說，不會用電子海圖與 PPU 的領港，對距離的解讀判斷，一定輸給會用電子海圖的船長，這樣船長還會相信領港嗎？當然不會。於是領港上船後，船長就請他坐壁上觀，船長自己帶，還有船用電腦自動解算，所有頭車、主機與 360 度旋轉的車葉(「吊艙式電力推進系統」(Azipod)：船底的大型電動馬達與螺旋槳安裝在沉重的迴轉台上，能夠 360 度旋轉，提供任意方向的推進力)，有如 DP 動態定位船一樣(見附註)，這種客輪可能有兩部主機，五台橫向推進器，操船還是交給電腦好了，因為控制項已經超出，人類工作記憶的極限；7 項。領港樂的輕鬆，馬照跑，錢照領，嘿嘿嘿，殊不知，這已經預告了無領港時代的來臨。領港只會使用雷達與目視操作船隻，都是舊有的工作習慣，沒有進步，難免不會引起外籍船長的挑戰。

有些船長還是保留原來的工作習慣，領港上船以後，就鬆懈下來了，沒有培養對近距離的判斷能力，也沒有去仔細觀測，電子海圖上提供的各種資訊，同樣也是不求進步，只有出問題後，才會被公司檢討，自己懊惱。台灣話說：有一好，沒有兩好。凡事都是有利有弊，ECDIS 與 PPU 的出現，對新任的船長，有立即的幫助，可以立刻提供其所需要的資訊，對他沒把握的動態，可以顯示，如果顯示的資訊有懷疑，可以立即與現場環境核對，當然久了以後，大多數船長會發現，ECDIS 與 PPU 的資訊是對的，我們的懷疑是錯的。那還要船長領港做甚麼？直接電腦控制靠碼頭就好。

沒錯，風平浪靜的時候，確實如此。但是，天候不好時，只有人力能夠處理，最複雜的東西，比如船體的動態與慣性，現場的風力預測與其他的機具互動，在 ECDIS 與 PPU 的電腦模組，所沒有規劃的變數，如果電腦有多核心處理器，也許可以同時跑不同的模組。如五級東南風，與 7 級南風的靠泊模組不同，但靠泊時，大部分是五級東南風的平均風，誰知道快要靠上時，是不是 7 級南風的陣風在吹襲？人可以聽到風聲，或看到旗子轉向時，立即反應，電腦不行。ECDIS 與 PPU 的資訊是由 GPS 的船位而來，一條船可以有

300 公尺長，50 公尺寬，GPS 的感應器能放多遠？船體的動態，無法由 GPS 來反應與預測，這是一定的。除非是真的 DP 動態定位船上，裝有船體慣性感應器，才有可能。

不管儀器再好，我們的基本知識與使用習慣，還是有一個養成的過程，這就是我們的挑戰，與儀器無法取代的工作。就像 ARPA 與 AIS 的結合，似乎到了完美的地步，避碰還是得從頭學起，半點馬虎不得。

### 第二階段迴轉的交互作用碰撞



圖 7-10

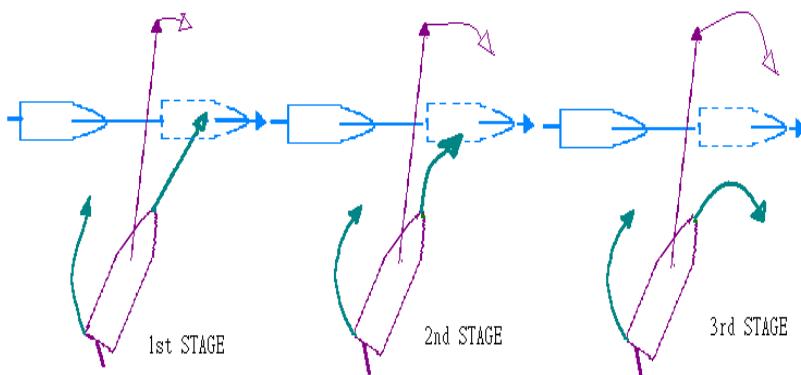


圖 7-11

由上面的圖解(圖 7-11)，我們可以知道在轉向避讓過程中，雖然本船與他船的船位相同，但是在不同的迴轉階段時，本船的動態相差很大。藍色箭頭代表本船船頭和船尾的前進方向，紫色箭頭代表船身實際移動方向。

- 在迴轉的第一階段，本船剛開始使用舵角，船頭和船尾都還在原來的航線上，本輪可能會撞上他船的船中位置。碰撞以後，如果舵角不回到正舵或者壓反舵左滿舵，本船的船頭就有可能將他船殼撕開，碰撞角度可能是她船的右舷  $60^{\circ}$  度。
- 在迴轉的第二階段，本船船頭通過轉折點，開始轉向，但船艉還在原來的航向上，由目標的形狀與大小不同而異，船艉可能會撞擊到目標船的船頭，也有可能會刮過目標船其他部位的趨勢。本船最好的選擇，應該是力圖穩定在與目標船平行的航向上。能不能操船將本輪的船艏向，轉到與目標船平行，就像靠碼頭時，能夠操船轉向到，與碼頭平行的位置，就是我們的技術。這在第六章有詳細的討論。

由於距離相當近，兩條船之間，可能會發生相互作用，相互吸引或相互排斥，也就是船頭船尾間的吸力與推力。若發生相互作用，本船的主機，應該立即停車，以減少水下的壓力場，減低這種相互作用力，尤其是在河道裡面，發生碰撞時，兩條船擠在一個狹窄水道內，相互作用對小型船的作用，非常明顯，但是只有大船停車，才能解除相互作用。

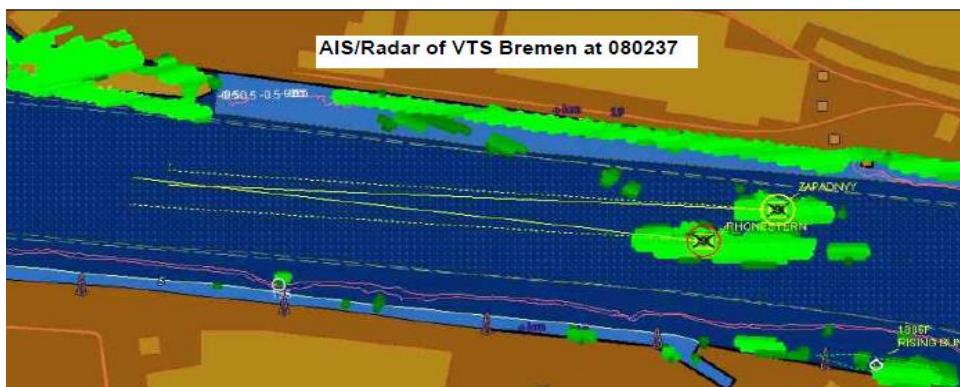


圖 7-12

碰撞有時是，由交互作用引起，超出了船長對迴轉速率的估計，增加了新的變數。上圖為大船在布萊梅河道內追越，發生相互作用，小船被吸著走。當兩船水下的流力場，開始交互作用，碰撞幾乎是無可避免，但是不能慌了手腳，應該立即停車，減少流體的壓力差。小船上人員的命運，這時已經是在上帝之手，駕駛台上的人員，應該抓住支柱，穩定身體，船頭的人員，應該往後跑，保全性命。

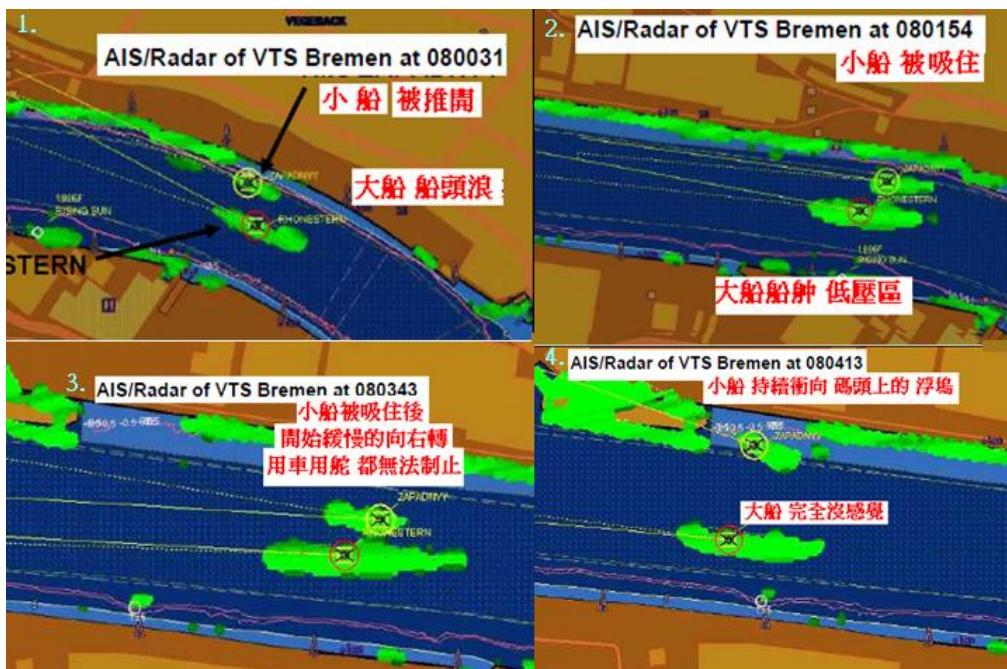


圖 7-13

### 第三階段迴轉，操船避碰的感覺

在第三階段，本船已經完全迴轉，本船幾乎與目標船的船首像相同，如果本船能夠把船穩定在與目標船平行的航向上，碰撞應該可以避免。一旦本船能夠穩定在平行的航向上，兩條船之間的距離，便應該更準確的觀察，已決定是否要使用主機停車，來避免交互作用。

即使在緊急狀態下，對本輪轉向性能的了解，對於正確的操船

決定，也是非常重要。除非是海上運補與內河航行，現在交互作用，很少會進入我們的腦海，也就是我們已經失憶了。

現在讓我們看看下圖，體驗一下那第三階段的避碰迴轉滋味。

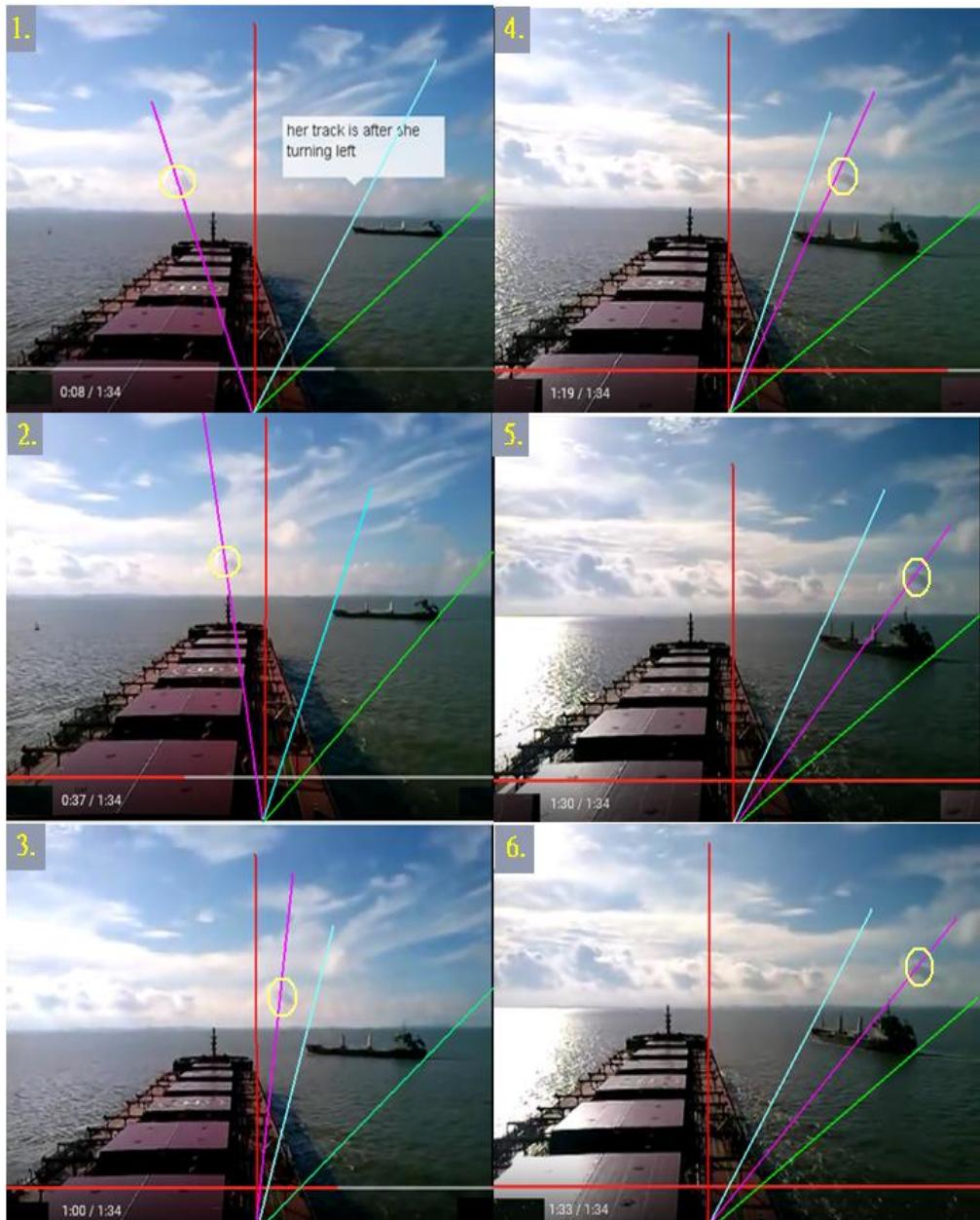


圖 7-14

- 在上圖 7-14 中，紅色線是觀測者的船艏線。天藍色是目標船船艏相對方位線，從 00:08 右舷 35 度(左圖 1)。減到 01:00 右舷 15 度(左圖 3)，觀測者會感覺到，船艏線的相對方位變小，目標船似乎可以通過船頭，但是目標船船尾(綠色線)的相對方位不變，保持在右舷 55 度的位置，幾乎一樣，這就是花開效應，不要被船頭的方位變化騙了。如果目標船船尾的相對方位持續不變，即使目標船船頭的相對方位，可以通過本船船頭，碰撞也是無可避免。因為雙方的碰撞距離不斷變小。(他船船艉相對方位幾乎不變，碰撞似乎無可避免。)
- 在圖三 01:00 目標船船首相對方位線在右舷 15 度(左圖 3)，在圖四 01:19 中，目標船船首相對方位線在右舷 20 度，緩慢增加(圖三到圖四 19 秒，15 度到 20 度，增加 5 度)，左舷目標船的船艉相對方位，也是緩慢增加，能夠注意到船頭方位變化的人，已經是 100 分，如果還能夠注意到，船尾方位變化的人，就是神人級的，適合跑船。(他船船頭與船艉，相對方位同時緩慢增加，碰撞危機似乎在緩解中。)
- 在圖四 01:19，目標船船首相對方位線在右舷 20 度，到圖五 01:30 中，目標船船首相對方位線在右舷 30 度，快速增加(圖四到圖五 11 秒，20 度到 30 度，增加 10 度)，目標船船尾的相對方位，幾乎不變，感覺到船頭開啟，船艉膠著，船頭碰撞危機似乎減少，船艉方位不變是危險的。
- 在圖五 01:30 到圖六 01:33，祇有 3 秒鐘，目標船船首的相對方位，幾乎不變，但是目標船船尾的相對方位，緩慢減少，觀測者會感覺到，船頭碰撞危機不變，但是目標船開始變小，當然這是目標船在右轉，所產生的效應。因為我們已經了解花開效應，現在又看到一種反花開效應，所以觀測者會有一種解脫的感覺，碰撞危機似乎在緩解中。本船正從橫越進入追越模式，所以保持與它船平行的航向，就是目前最重要的事。

請讀者看著圖片，想像一下，如果是真船在眼前，會是怎樣的畫面？  
 Almost collision of 2 ships:  
[Http://www.youtube.com/watch?v=9klnRpa8YYI](http://www.youtube.com/watch?v=9klnRpa8YYI)。

## 相對方位幾乎不變的那一點，就是碰撞點

從圖一到圖六，有一神秘的紫色線條，以天上的一塊烏雲為方位參考點（黃色圓圈），不斷向右舷方位移動，這是在告訴我們，本船左轉的舵效，正在作用，可是這裡不特別指出來，讀者幾乎感覺不到，本船避碰有沒有左轉，對不對？所以結論就是，

不管本輪的舵效來了沒？本輪是否正在迴轉？

相對方位幾乎不變的時候，就是有碰撞危機；

相對方位幾乎不變的部位，就是會發生碰撞的部位，

讓我們看看迴轉的三階段對避碰觀測的影響（自己用分規量一量吧）：

從圖一 00:08 到圖二 00:37，時間過了 19 秒，本輪左轉了 11 度，應該是第二階段

從圖二 00:37 到圖三 01:00，時間過了 21 秒，本輪左轉了 20 度，應該是第三階段

從圖三 01:00 到圖五 01:30，時間過了 30 秒，本輪左轉了 30 度，應該是第三階段，迴轉速率每分鐘 60 度，10 秒鐘 10 度。

- 觀測紫色線條代表天上雲朵方向，顯示本船已具有左轉之迴轉速率，
  - 實際測量前面 20 秒是每秒鐘約 0.6 度，迴轉較慢，迴轉速率每分鐘 36 度（從圖一 00:08 到圖二 00:37），
  - 後面 40 秒鐘，平均每秒鐘 1 度，迴轉速率每分鐘 60 度，真不是鬧著玩的。

這也只有散裝或油輪，才有這樣的迴轉速率，貨櫃船是不太可能。最後半分鐘，相對方位 1:00 時在右舷 10 度，1:30 時在右舷 40 度，半分鐘 30 度，迴轉速率每分鐘 60 度，顯示散裝船迴轉性能很好。

- 觀測藍色線條代表他船船頭方向，
  - 從 00:08 時在右舷 35 度，減少到 01:00 時在右舷 18 度，相對方位緩慢減少，方位變化率約每分鐘減少 19.6 度，

- 他船船頭在 1:00 時在右舷 18 度，相對方位最小，01:19 時增加到右舷 23 度，相對方位緩慢增加，方位變化率約每分鐘增加 15 度，
- 1:30 時在右舷 30 度，相對方位變化，半分鐘增加 12 度，方位變化率約每分鐘增加 24 度。

他船船頭方向，相對方位緩慢減少，直到本船的迴轉速率，增加到每分鐘 60 度後，他船船頭相對方位緩慢增加，才離開本船船頭，解除了碰撞危機。

- 綠色線條代表他船船艉方向，相對方位幾乎不變，都是在右舷五十度，不管本輪轉的快還是慢，目標船是不是有右轉，這是近距離的花開效應，
  - 但是這也暗示了，如果本船的迴轉速率不夠快，最後的碰撞區域，就是他船的船艉附近。
  - 由於船艉的脆弱，除非本輪有把握，可以有足夠的前進距離，滿足迴轉半徑的需求，不可以向右轉向。目測一下距離，有甚麼線索？有看到目標船的船艉水痕，應該是只有一海浬。
  - 前面的章節有提過，散裝油輪這些載重船，因為船長船寬比與快速船不同，滿舵時，2.5 倍船長的前進距離，就可以轉過 90 度。1.5 分鐘轉了 60 度。
  - 由於本輪一開始就是向左轉向，並且被逼到全速迴轉，若不是他船最後，及時右轉，碰撞似乎無可避免。就是反花開效應不來，沒發生時，唯一的選擇是，準備全速倒車，雖然，我們也討論過，時間不夠船隻前進 6 倍船長的前進距離時，只有緊急停車，也就是切斷主機的燃油供應，等待螺旋槳轉數，慢慢減少。減的是前進的主機吃力，沒有實際的倒車力量。
  - 以本輪的平均迴轉速率，1:08 時每分鐘是平均 36 度，而他船船頭相對方位是右舷 35 度，他船船艉方向在右舷五十度，若本輪向右轉，要轉到右舷 50 度方向外，也就是清爽他船船艉，至少也要 90 秒(1 分半鐘)，還要估計用舵回轉

第一階段的延遲，這種船至少也還要一倍船長的前進距離，延遲 30 秒以上，就是碰撞時間要有兩分鐘以上，才能夠全速右轉，否則右轉只是增加碰撞的必然性。

- 0:08 時的他船距離，依筆者估計，還有半海浬，不知讀者估計是多少？

### 花開效應

下面的例子，本輪無迴轉速率，見遠山的藍線，他輪船尾方位不變，發生碰撞，可見船尾的方位變化是關鍵。

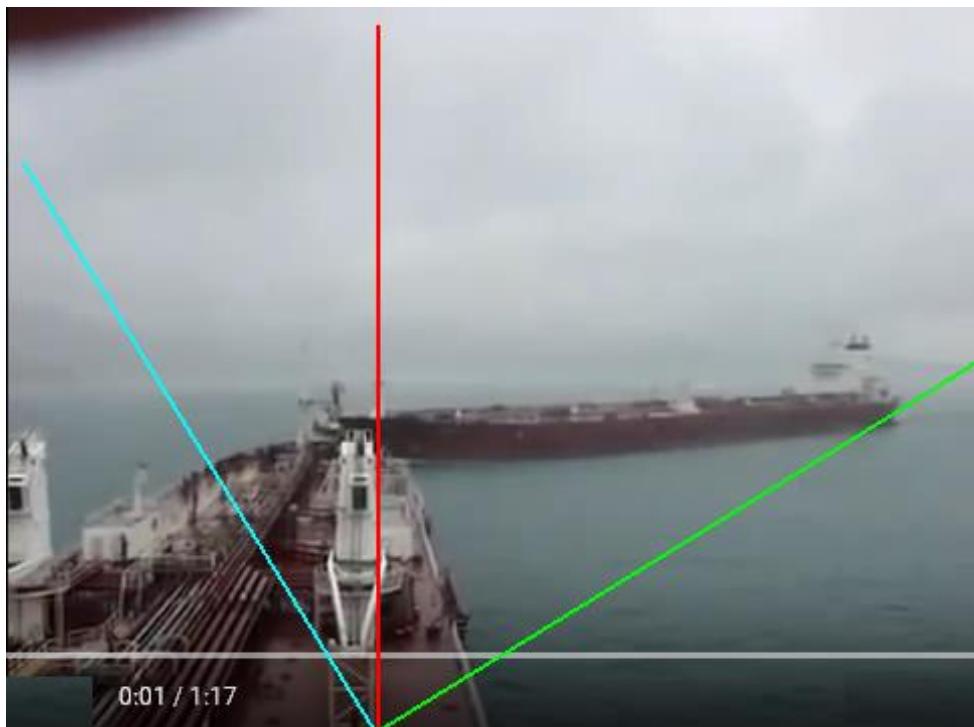


圖 7-15

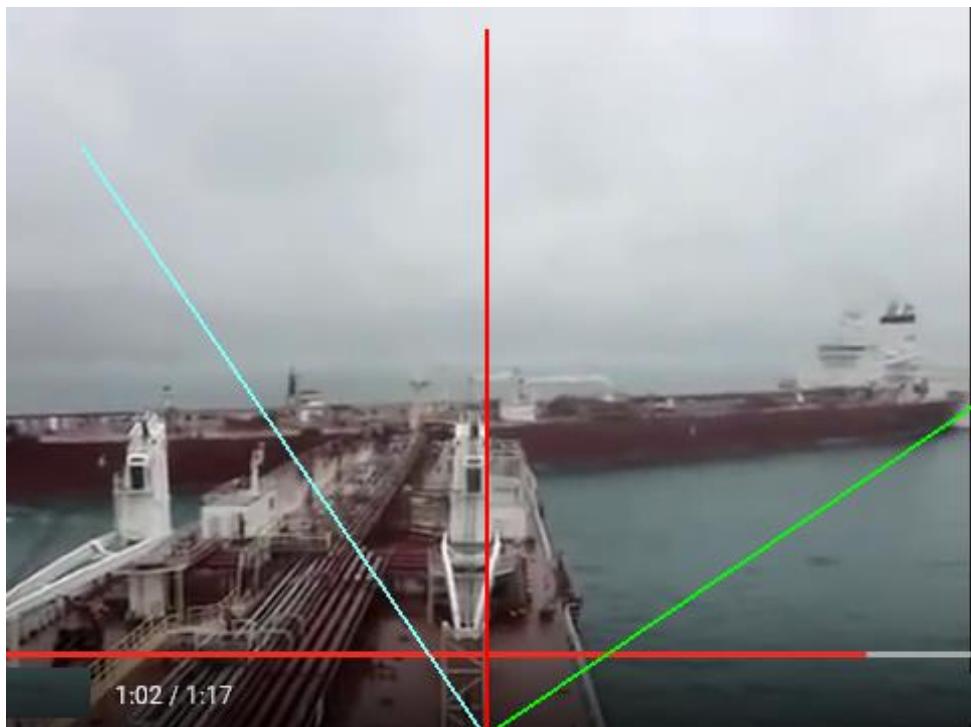


圖 7-16

### 找出船頭距離的參考點

筆者做大副的時候，只要在船頭位置備便 stand by，作為船頭團隊的良好習慣，筆者都會選擇一個顯著物標，作為報告距離的參考點。有時筆者會分心在其他工作，而忘記報告距離給駕駛台，船長就會從駕駛台，用對講機詢問船頭距離。後來，當筆者成為一名船長，筆者意識到，在船舶尚未離開碼頭，所有纜繩未解開之前，要選擇一個甲板上的參考點來判斷船頭在哪裡？這個船頭參考點，可以由駕駛台的位置作起始點，看出去頭纜與前倒纜間的纜樁做第二點來決定船頭位置線，由這一條船頭位置線經過的甲板上，找出一船頭距離的參考點。

既使從駕駛台看不到船頭的實際位置，我們也可以從船頭距離的參考點與碼頭設施之間，相互距離的增加或減少，對本船的動態，有一個更清晰的了解。對於船副來說，能夠正確估計目視的距

離，而且小心的注意距離的變化，對船長是很好的幫助。無論如何，船長如果能自行估計，船頭與碼頭接靠動態的能力，更有價值。因為不假手他人的第一手資訊，才能培養我們的處境意識，對後續的情況，更能掌握，就像領港一樣能幹。



圖 7-17



圖 7-18

見上左圖 7-17：纜樁為黃色，船頭帶有頭纜與前到纜，我們取橫攬的纜樁位置，往旁邊取綠色貨櫃的右後方櫃角，為本船現在的船頭距離參考點。等一下離碼頭原地掉頭時，就可以估計出船頭與碼頭的距離有多少？細心的船長，可以與 ECDIS/PPA 比較，修正自己對距離的估計經驗值。

見上右圖 7-18。由原來的船頭參考點與碼頭的水線，估計船頭距離碼頭多遠？有時候，船從碼頭拉開了，船長才發現，開航時，忘記先找出船頭參考點。無法對船頭的距離，有一正確的估計。

## 本輪避碰操船的有效性，最好的指示

直航船避碰的操船控制，這似乎是第六章避碰操作的技術與藝術，所應該探討的東西，事實上，我們上一章，也做過同樣的題目，上一章是靜態的探討。這一章是動態的避碰操作，可能很多人這一輩子跑船，也沒有這種驚險的狀況。經由上一節本輪操船迴轉時，避碰的感覺，大家可以知道，即使本船在快速的迴轉，碰撞危機還是與目標船船艦相對方位的變化，息息相關，但是單一的例子，論點不能有效成立，這需要後續海事大學的學術研究，才能確定，事實上在模擬機上操作，也是顯示出，同樣的觀察，

- 不管本船是否有任何迴轉速率，只要目標船船艦的相對方位不變，本船就有碰撞危機。
- 反之，只要目標船船艦的相對方位變大，目標船就有可能通過本船船艦。
- 只要目標船船艦的相對方位變小，目標船就有可能通過本船船頭。

本船不管是在迴轉的第幾階段，通過感覺它船船尾的方位變化，我們可以預判接下來所要採取的步驟。雖然不要使用相對方位，決定碰撞危機的迷思，已經快要 100 年了，在這邊的討論，卻顯示了使用相對方位，來判斷碰撞危機的優越性，快速，準確，穩定。話似乎是說的太滿，是不是準確？沒有人知道，但是直覺上，我們知道是對的。而且快速迴轉時，每分鐘 60 度，沒有人不會心慌的，我們知道可以觀測它船船艦方位變化，就像溺水時的木板，可以有個指標能預測未來，讓我們可以更穩定的操船。快速更不在話下，因為我們是站在原地操船，不必依賴航儀。

觀測它船船艦方位變化，應該是碰撞危機最有效的指示，也是我們在採取避碰措施時，對本輪避碰操船的有效性，最好的指示。當然，就像本書提到的，各項觀念與技巧的養成，都有一個成長的過程。要從簡單無危險，單船相遇的情況，開始觀測培養我們的直覺。

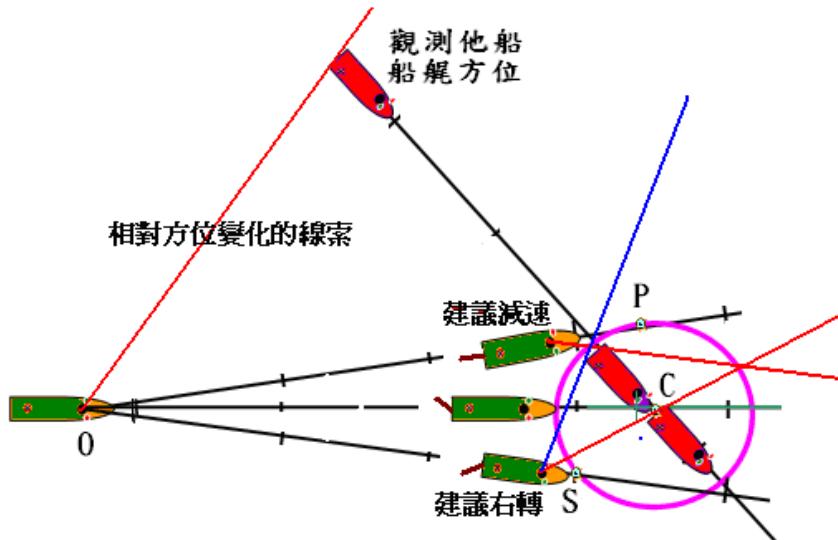


圖 7-19

- 如果本船行駛的艏向在 $\angle POC$ 的區間，則目標船尾的相對方位(紅線)，會慢慢的減少。指示出目標船也許有機會通過本船的船頭，如果發生碰撞，可能的情況就是，本船會撞到讓路船的右舷或船艉。
- ◆ 這時最佳的避碰行動，應該是立刻減速，讓它船通過本輪船頭。具體的觀測，就是目標船尾的相對方位，由慢慢的減少，變成快速改變，加速通過本船船頭，尤其是橫越船船尾方位變化，對船速的改變，最為敏感。但是減俾並不等於減速。
- ◆ 如果減俾以後，目標船尾相對方位的變化趨勢不大，那您一定用到了散裝或油輪，這種小馬力大屁股的慢速船。不要急，上帝還是公平的，這種船的迴轉半徑小，
- ◆ 迴旋速率快，您可以左轉，加速目標船尾的相對方位變化，以避免危險，您的挑戰應該是，對本輪迴轉速率的控制，以便本輪可以穩定在新的航向上。

**避碰規則第六條安全速度：**各船應經常以安全速度航行，俾能採取適當而有效之措施，以避免碰撞，並在適合當前環境與情況之

距離內，能使船舶停止前進。

- 如果我們船艏向在 $\angle \text{COS}$ 的區間(090-100 度)，目標船船艉相對方位緩慢增加(藍線)，這表明目標船，有可能通過我船尾。最後的可能碰撞局面是，讓路船碰撞我船左舷。
  - 除非讓路船向右轉向，讓路船的相對方位趨向於不停增加。在這種情況下，最好的避讓方法，是本輪向右轉向，以增加讓路船船艉的相對方位。
  - 如果右轉而且過了原航線轉折點，有了相當的迴轉速率以後，目標船尾相對方位的變化，仍然很慢，可能你就是進入了花開效應，右滿舵應該不為過，穩定在與它船相平行的航向，以減少碰撞的機率與面積，也是我們該做的事。
  - 如果本輪沒有及時回舵，壓反舵以穩定在與它船相平行的航向上(通常是轉過頭的情況比較多)，這時左滿舵應該也不為過，因為您已經進入了，Z字型停船法的運用，左右滿舵可以幫助本輪減速，前提是，你會操作，以前曾經使用過Z字型停船法。

在避碰規則第十七條直航船舶之措施：動力船舶於交叉相遇情勢中，當發現應讓路船舶顯然未依本規則採取適當措施時，如環境許可，不應朝左轉向，因他船在本船左舷。

- 最危險的情況是，當本船保持穩定的航向的時候，目標船船艉相對方位沒有任何改變。

一般來說，相對方位的改變，很可能只有在碰撞的最後階段，兩船非常靠近時才會產生，但是又被花開效應抵銷，造成碰撞。所以：本船是在這個可能碰撞區域的左邊？還是右邊？如果由我們目視相對方位變化的線索，來為我們指出在最後階段，應該減速行動，讓它船通過本輪船頭，或是向右轉向，讓它船通過本輪船尾，避免碰撞的最佳行動方案，可能會無所適從？

下面三圖是 ARPA 上的速度向量指示，可能是 3 分鐘，6 分鐘，9 分鐘，我們可以選擇加長或縮短速度向量的長短。以便判斷目標

船與本輪的接靠態勢。所以我們可以用速度向量箭頭的連線，來做判斷，上面三圖是目視瞭望的線索，下面三圖是雷達瞭望的線索，期間的相互關係讀者可以細細體會，尤其是雷達瞭望更是好用，適合新生代的船副。

如果對目測方位，無法確定目標船船艦方位變化，可以用 ARPA 來協助，以速度向量箭頭來判斷該停車，或是該減速。當然這要再花些額外的時間，來確認目標的方位與距離，是否就是我們眼睛所觀測到的危險目標，花這些時間，是否值得？會不會更焦慮？如何紓壓？其實也不難，保持與他船平行的航向，立刻向右轉或是停車，都能改善情況，不是嗎？如何決定時間夠不夠，要看本輪是否有足夠的迴轉半徑與碰撞距離，可以操作。

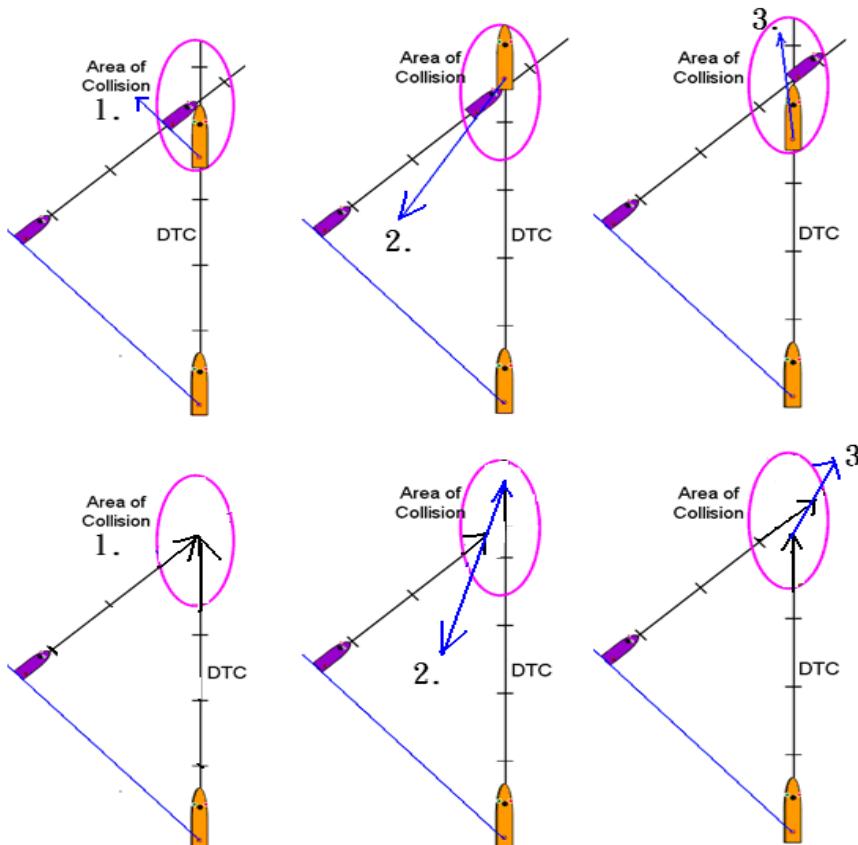


圖 7-20

如圖 2，如果還有時間，也就是到碰撞區域還有 6 分鐘，本輪先通過可能碰撞區域時，如果不確定讓路船的意圖，應該右轉，讓它船追越。如圖三，目標船先到可能碰撞區域，本輪可以減速，讓他先過。

### 滿城盡帶黃金甲

見下圖，滿海面都是船隻，危機四伏，進入口袋型包圍圈，但是不要心慌，冷靜看一下，不要管那些虛線，只用 6 分鐘的速度向量箭頭來看，只有在本輪正南方的目標，有碰撞危機，其他船的是不相干的，本輪只要專心避讓正南方的目標就好。

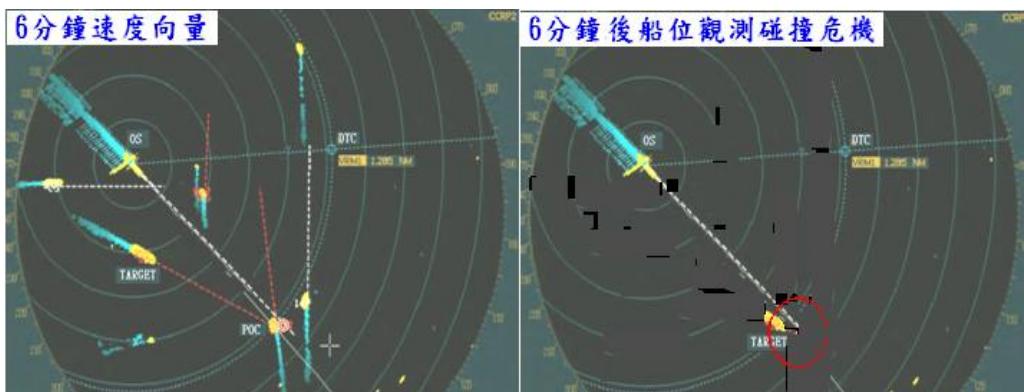


圖 7-21

如果是避碰行動，就不能不知道他船的動向，上節提過，3 分鐘速度向量近似於，本輪的迴轉半徑，

- 左舷有小船，左轉與目標船平行的航向，可能會繼續接近左舷的船隻(用眼睛估計啦，再此用紅色虛線表示，但是不表示一定要用 EBL 才能確定，因為我們沒時間)，所以使用先向左轉的 Z 字型減速法，先左滿舵，等船頭開始向左轉動，再右滿舵穩住左轉趨勢，可以快速減速。但是船艉右後方的被追越船，速度也很快，不容易擺脫，Z 字型減速可能是羊入虎口，造成本輪重大海損，這是要絕對避免的。左轉可以，但是要好好的控制左轉速率，左舷的船不能有任何航向航速的變化。
- 向右轉還有空間，可以從目標船船艉過，也可以快速通過，右

後方的被追越船，右轉 10 度以上，是最好方案。

- 停車，右後方的被追越船，還沒有通過本船船艉，本輪雖然停車，仍然有些餘速，繼續向前，有可能被後方船隻撞到船艉。

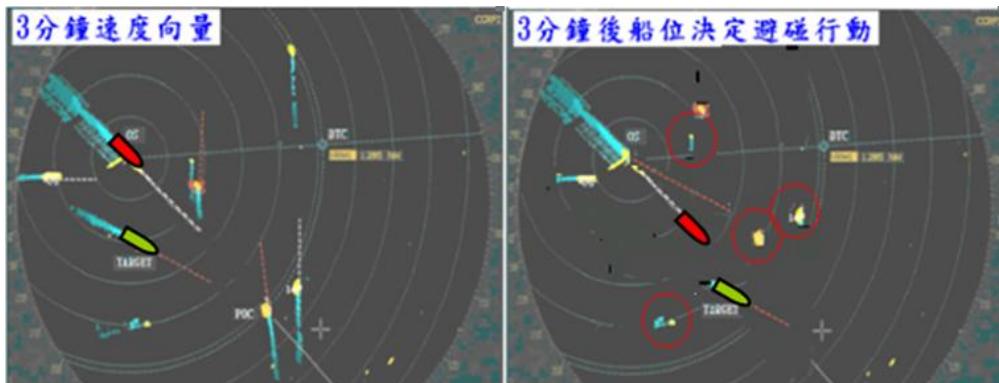


圖 7-22

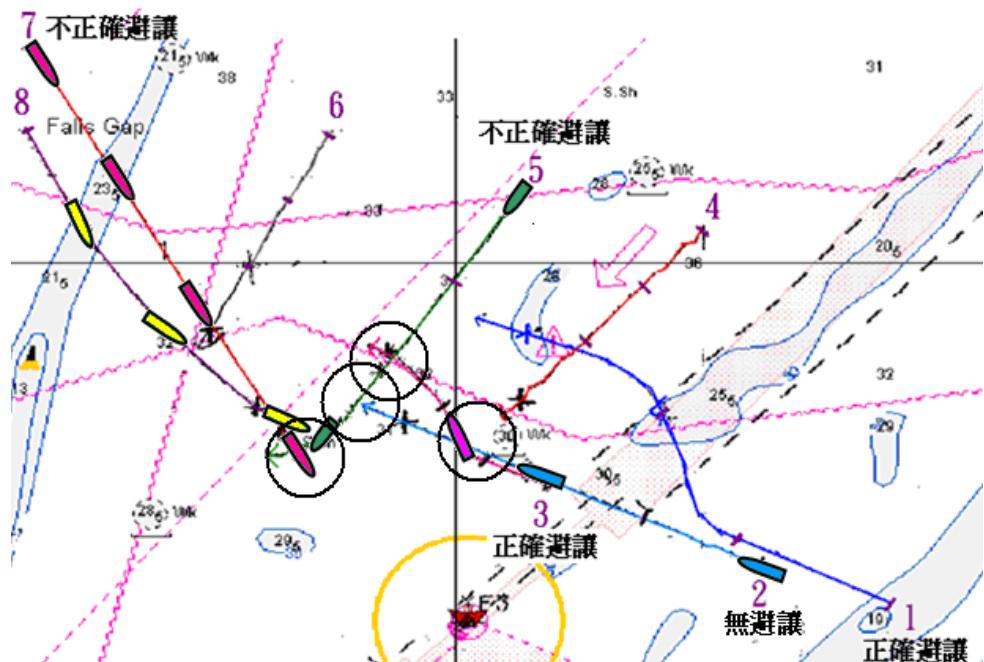
當然，APRA 的操船預測(Trial Maneuver)可以提供一些線索，搞清楚各個目標的碰撞危機，可能需要更多時間，才能確認各個目標的相對方位與距離。以後的 ECDIS 會將 AIS 發送的 CCRP 位置，做出實際大小的船型，顯示在 ECDIS 上，我們在觀測 ECDIS 時，可以有更清楚的判斷。

### 寬闊海域，小心用車，大膽用舵

- 在寬闊海域，滿海面船隻，航向航速不定，採取大動作避讓，小心用車，大膽用舵。(如下圖英吉利海峽)
  - 目標在 13 海浬外被擷取並測繪，本船是不是直航船，都可以自由運轉，耐心觀察目標船，有沒有任何碰撞危機？
  - 目標在 4 海浬外，直航船為確保兩船安全通過，而讓路船顯然還未採取避碰措施，可以做她本身的操控，
  - 目標在 4 海浬外，讓路船已採取避碰措施，直航船必須保持航向航速，耐心觀察目標船，碰撞方位有沒有變化，不可以做其他的操控。
  - 最後的階段(3-1 海浬，少於 4 海里)，假若碰撞危機仍存在，兩船都必須採取最佳避讓措施以減輕碰撞傷害。

小心用車，意為減倅可能也沒有用，可能為左舷的讓路船，帶來更大的麻煩，或是前船已過，後船又至，減無可減，見下圖的黑圈，都是碰撞的熱點，也就是兩條船航線交會的地點，1號船一次避開了四個，3號船一次避開了兩個，5號船過了兩個，過不了第三個，5號船就不能減倅，5號船減倅就會為2號3號船帶來麻煩，小心用車。

大膽用舵，意為使用舵角改變航向與船位，避開碰撞的熱點，兩條船航線交會的地點。如果以本書的碰撞定義來看，就是以空間差的原理避碰(見第三章)。



分之一，危機剩 25%。

- 如果 MAERSK KENDEL 在 3-4 海浬處，就採取大動作避碰行動，可能會導致與其它船隻，形成緊迫的局面。大角度的迴轉，對其他目標的觀測，容易失真。因為對碰撞結果的不確定性，產生的焦慮，使操船的穩定性失去控制，造成迴轉速率更容易失控，發生事故。或是像本例，閃閃閃，最後擋淺。

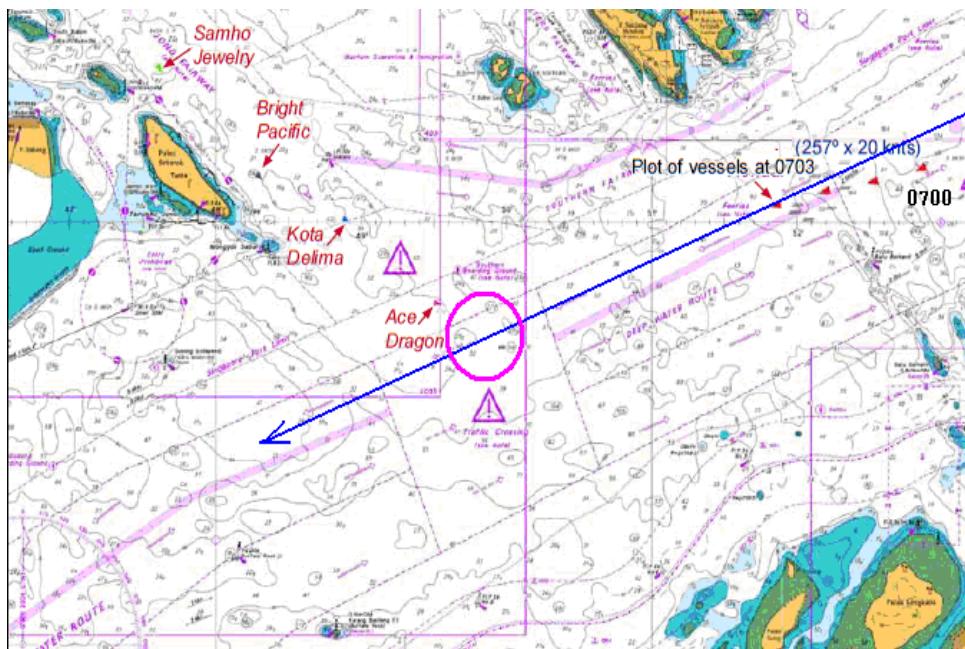


圖 7-24

- 如果我們在 3-4 海浬處，採取小角度避碰行動，取得安全的船位，往他船的船尾方向調整，如果你忘記了，讓我再告訴你，是 4 海浬前 5 度的航向改變(見第 3 章)，先期的行動，可以使我們有更充分的時間，去觀測後續的目標，是否因為小角度航向的調整，而造成新的碰撞危機。
  - 在本例中，航道的一般流通方向是 245 度，此船採取的是 257 度的新航向，當然是因為前面 0700 的船位，位于對向航道內，所以調整回南下航道。問題是，這樣的調整，浪費了 3 分鐘時間，使得船長在面對 4 條出港船的時候，只

有兩海浬可以評估碰撞危機，這是以目測而論，使用 ARPA 可以不受本輪運轉的影響，判斷碰撞危機。

- 當我們懷疑本輪是否有足夠的水域，可以從兩條連續的同向船中間通過，可能的碰撞區域 POC POSSIBLE AREA OF COLLISION 觀念，就可以用來評估，是否有足夠水域。POC 是一個直徑 700 公尺的圓，大約是直徑 0.4 海浬左右，ACE DRAGON 可以安全通過本輪船艦，KOTA DELIMA 與 BRIGHT PACIFIC 間的距離是 0.7 海里左右，所以本輪只要避開 KOTA DELIMA 的船尾，就可以通過 BRIGHT PACIFIC 的船頭，當然前提是各輪保持原航速航向，不確定時只能如此假設並等待，到兩海浬或更近時，再決定是否對讓路船採取何種措施。

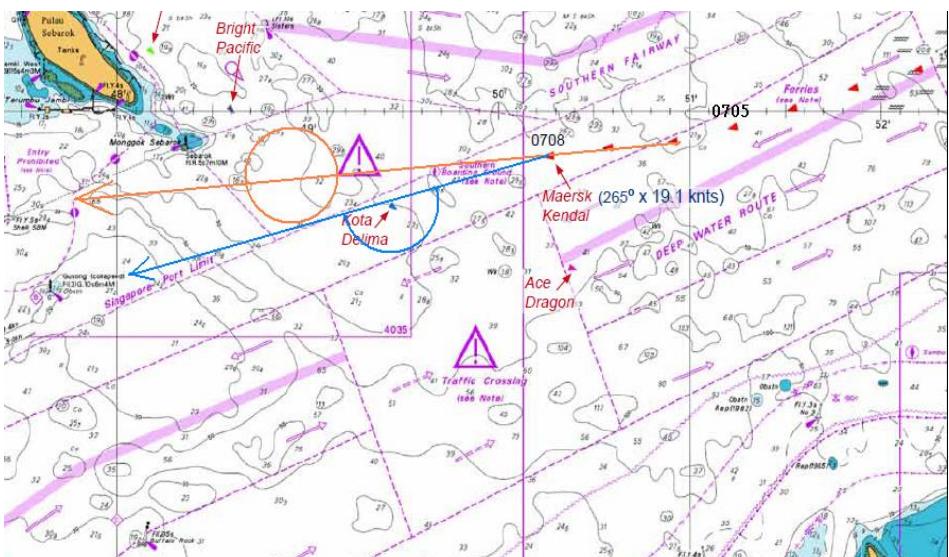


圖 7-25

- 0708 時 MAERSK KENDEL 航向 265 航速 19.1 節，KOTA DELIMA 的碰撞危機圈已經減半，她的船艉是安全的區域，即便是她忽然主機故障或是舵機故障，都不可能停留在原來的位置，所以我們可以盡量靠近她的船艉航行，設新航向為 256 度(天藍色線)，如此一來，MAERSK KENDEL 與 BRIGHT PACIFIC 的安全距離，就是 KOTA DELIMA 與 BRIGHT PACIFIC 間的距

- 離是 1.0 海里左右，足夠讓本船安全通過(橘色 POC 圈)。
- 這兩條船間的距離，比 0703 時增加 0.3 海浬，原因不論是 KOTA DELIMA 加倖，或是 BRIGHT PACIFIC 減倖，對本船的操作，都是有利，前提是 MAERSK KENDEL，在 0703 時對碰撞危機，已經有足夠的了解，知道本輪將會在 KOTA DELIMA 與 BRIGHT PACIFIC 間通過，並持續的觀測 KOTA DELIMA 與 BRIGHT PACIFIC 間距離變化，或在 ARPA 上，觀測這兩條船的速度變化。
  - 0708 時，如 MAERSK KENDEL 設新航向為 256 度(天藍色線)，新航向還是一個擋淺航向，所以要進行鐮刀型操作，以回到原航道。把船隻移到相對安全的位置(更寬廣的水域，或是不容易擋淺的位置)，避開可能的碰撞區域(見第九章航路規劃)。



圖 7-26

- 受限制水域，大膽用車，並不能保證會更安全，但是絕對更輕鬆。十次車禍九次快，操船也是一樣，越快越危險。0708 時位置如圖 7-26，ACE DRAGON 與 KOTA DELIMA 間的距離不變，都是一海哩，顯示兩船對安全通過都有信心，

KOTA DELIMA 與 BRIGHT PACIFIC 間的距離變大，顯示 BRIGHT PACIFIC 對安全通過沒信心，所以減車等待，假設 MAERSK KENDEL 減速至 10 節，則 0708 時航向應該是對著 KOTA DELIMA 船艉，航向 260 度。減速一半，危機減半。

- 如果減速至 10 節後，與 BRIGHT PACIFIC 可能又有碰撞危機，那減速到五節，BRIGHT PACIFIC 也許就沒問題了。但是與 SAMHO JEWELRY 可能又有碰撞危機，減速 4 分之一，危機剩 25%。減速也許並不是最有效的方法，卻是最輕鬆與安全的方法，船長願不願意減速，後果要自己負責。

### 直航船的最晚行動距離。

#### 第十七條 直航船舶之措施

- 一、(1)當兩船中之一船應讓路時，他船應保持其航向及航速。
  - (i). Where one of two vessels is to keep out of the way the other shall keep her course and speed.
  - (ii). 兩船中的一船應給另一船讓路時，另一船應保持航向和航速；
- (2)直航船舶，當發現應讓路船舶顯然未依本規則採取適當措施時，亦可單獨採取措施，運轉本船以避免碰撞。
- 二、不論任何原因，應保持航向及航速之船舶，發現本船已逼近至僅賴讓路船之單獨措施，不能避免碰撞時，應採取最有助於避免碰撞之措施。

根據英國法院裁定，讓路船必須在 4 海浬以外，採取合理的行動，避讓直航船。MCA(Maritime and Coastguard Agency) 則建議：

- 直航船可以在最近距離為 3 海浬時，獨自採取避碰行動，當然，直航船並沒有在 3 海浬處，必須採取行動的義務。只要讓路船顯然還未採取避碰措施，直航船仍可以做她本身的操控(第十七條第一項第二條)，可以在 3 海浬外採取避碰措施，不限於到了 3 海浬內，才能開始動作。
- 避碰規則中，對直航船必須採取單獨行動的時機，描述為“單憑

讓路船的行動碰撞已經不可避免時”(第十七條第一項第三條)；最後的階段(3-1 海浬，少於 4 海里)，假若碰撞危機仍存在，**兩船都必須採取最佳避讓措施以減輕碰撞傷害。**

讓路船採取最有利於避碰行動的距離，MCA 的建議為 3 海浬，大連海事大學建議的距離為 2 海浬。如果我們要用 DTC 碰撞距離作為直航船，最晚必須採取避碰行動的參考量。需要掌握哪些因素？

- 通過對船舶迴旋性能的掌握，這個最短距離，可以假定為本輪 7 倍的船長：
- 如果直航船能夠能正確的判斷碰撞情形，7 倍的船長的前進距離，無需採用大舵角的情況下，便足以使直航船轉向，以便產生自身一倍船長的橫向距離，從而避免碰撞的發生。
- 直航船需要 7 倍船長的前進距離來操船。這個距離不是兩條船之間的距離。這個距離是本船到最可能碰撞區域的距離，叫做碰撞距離 DTC。
- 避碰行動的效果，很大程度上取決於 DTC，留給操船者可用水域空間的大小。
- 如果 MCA 建議的 3 海浬是兩船之間的距離。不同的相遇情形，就會產生不同的 DTC。

不管兩條船的船速是多少，同樣的距離下，迎船正遇局面，相對速度最高，會最早碰撞。而追越局面，相對速度最小，擁有最長的碰撞時間。很明顯，迎船正遇局面需要採取更早的避碰行動。當值命令簿 **standing order** 是航運界悠長的傳統之一，不知道現在船公司，是不是還拿它當回事，可是在英國船上，還是不可廢的傳統。一位明智的船長可能會在當值命令簿 **standing order** 中，對船副交代：

- 一、避讓對遇局面，在 6-8 海浬時，要採取較早的行動
- 二、對交叉相遇船隻，要在 4-6 海浬採取避碰行動，
- 三、對被追越船，要在 2-3 海浬時採取避讓行動。

如果規定的清楚，當班船副在 6 海浬時，採取行動，避讓對遇

船，就不至於被視為，沒有能力，沒有把握的窘迫局面。因為在這個距離下行動，與在交叉相遇下，距離為 3 海浬時採取行動，是一樣危險的，換句話說，具有同樣的碰撞距離與碰撞時間。能夠對不同相遇情況，設定應該採取行動距離的船長，大概百不及一，如果有，也是因為相對速度的概念，相對速度越高的船，碰撞時間就越短。

### 船速在避讓過程中扮演重要角色。

- 當兩船相遇時，快速船有更多更有效的避讓手段，轉向製造的空間大，減速製造的速度差異多。
- 但快速船需要比慢速船，更大的迴轉半徑。
- 快速船任何角度的航向改變，在同樣的時間下，都會比小船產生較大的空間。
- 如果需要減速的話，高速船也有較大的減速空間。

船隻在海上，一般以巡航速度，定速航行。巡航速度的設定，大多以經濟因素為主，兼顧商業競爭力。任何航向的改變，都會使船偏離原來的碰撞點，儘管這種航向的改變，並不能保證讓路船擺脫碰撞區域。如果航向的改變，在較遠距離發生，並且足夠大，讓路船就有可能讓清碰撞區域。

- 一、什麼樣的距離是足夠遠的距離呢？應該是讓路船有足夠的運轉空間，直航船有足夠的觀測時間與適當的安全距離。
- 二、多大的航向改變，算是足夠的呢？讓路船必須改變航向，使直航船的相對方位減少到 0，或是轉向要足夠大，使直航船的方位變化，在右舷持續減小

所以讓路船可以保持直航船相對方位，始終擺在左船頭的方法，使本船慢慢走回原航向。（畫出鐮刀型的完美航跡）

### 讓路船真方位的變化量。

- 讓路船可能已經採取，也可能沒有採取行動來避讓危險。
- 為了避免直航船採取的任何行動和讓路船的意圖相衝突。直航船的行動，要避免進入讓路船可能的行動意圖區。

- 如果讓路船的真方位，有了輕微的變化，直航船便可以通過真方位的變化，判斷出是否存在碰撞危險，需要多少的真方位變化量，取決於兩船之間的距離。

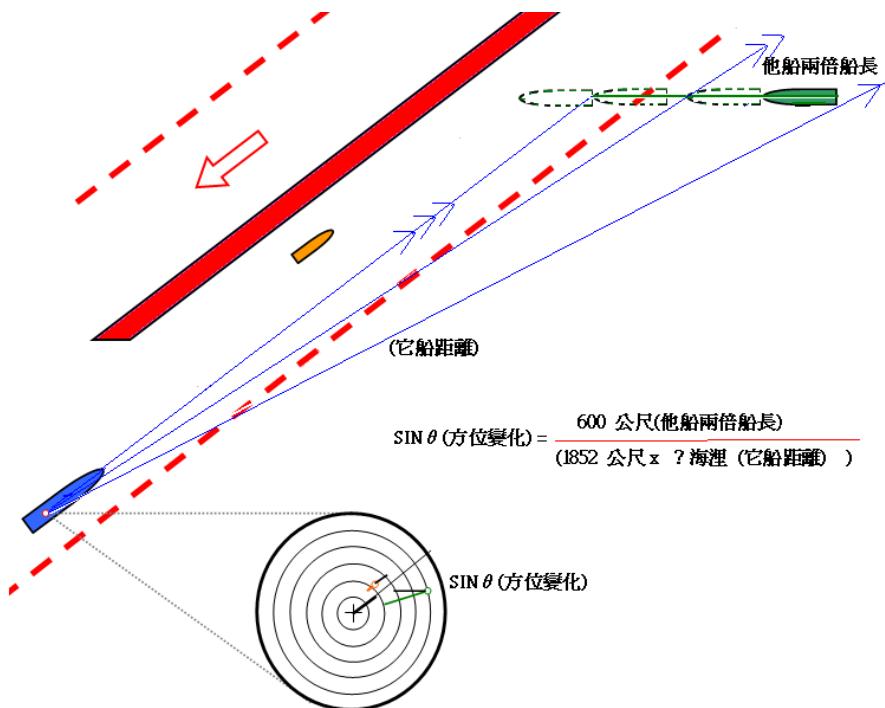


圖 7-27

對一條 300 公尺長的船隻而言，如果運用我們對碰撞區域的理論，本船需避讓他船兩倍船身的距離，所以我們以他船的兩倍船長 600 公尺，來計算方位的變化，這是很簡單的數學式：

$$\text{SIN } \theta \text{ (方位變化)} = \frac{\text{對邊；碰撞區域 } 600 \text{ 公尺(他船兩倍船長)}}{\text{斜邊；}(1852 \text{ 公尺} \times ? \text{ 海浬 (它船距離)})}$$

$$\theta \text{ (方位變化)} = \text{SIN}^{-1} \frac{600 \text{ 公尺(他船兩倍船長)}}{(1852 \text{ 公尺} \times ? \text{ 海浬 (它船距離)})}$$

對邊為 600 公尺，我們需要轉向幾度，是由距離多少決定的。

- 轉向 1.5 度  $= \text{SIN}^{-1} \frac{600 \text{ m}}{(1852 \text{ m} \times 12 \text{ NM})}$  (它船距離= 12 海浬)

- 轉向 3.0 度  $= \sin^{-1} 600 \text{ m} / (1852 \text{ m} \times 6 \text{ NM})$  (它船距離=6 海浬)
- 轉向 4.6 度  $= \sin^{-1} 600 \text{ m} / (1852 \text{ m} \times 4 \text{ NM})$  (它船距離=4 海浬，)
- 轉向 6.2 度  $= \sin^{-1} 600 \text{ m} / (1852 \text{ m} \times 3 \text{ NM})$  (它船距離=3 海浬)
- 轉向 9.3 度  $= \sin^{-1} 600 \text{ m} / (1852 \text{ m} \times 2 \text{ NM})$  (它船距離=2 海浬)
- 轉向 19 度  $= \sin^{-1} 600 \text{ m} / (1852 \text{ m} \times 1 \text{ NM})$  (它船距離=1 海浬)

由此可見，方位變化的角度與它船距離成反比，這是讓路船所需要的轉向角度。

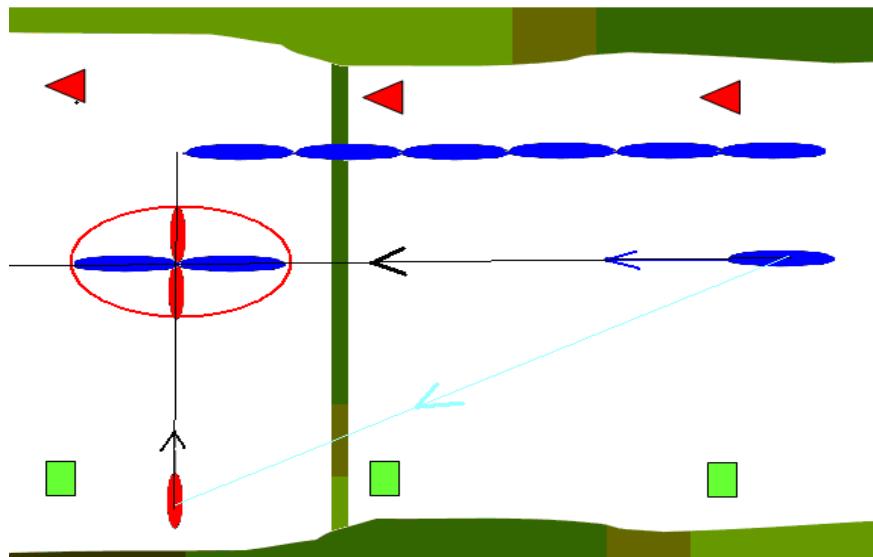


圖 7-28

- 當然近距離的操船，要將船隻的迴轉特性考慮進去，參見第三章避碰的底線，**不論任何船隻，在最小碰撞距離時，DTC=7 倍船長前進距離，避免碰撞的底線，應該要做最少 24 度的轉向。**

如果我們倒推回來，由直航船來觀測讓路船的真方位變化，如

果要讓清碰撞區域 600 公尺，兩倍船長的圓圈。讓路船真方位的變化要：

- 在 4 海浬時變化  $5^\circ$ ，
- 在 3 海浬時變化  $7^\circ$ ，
- 在 2 海浬時變化  $10^\circ$ ，
- 在 1 海浬時變化  $20^\circ$ 。

參見第五章使用來船的真方位變化，以確認碰撞危機。相對方位的變化，應該要考慮到本船船首向搖擺不定，或者航向受到風力流水影響，產生的變化。相對方位是以本船船首為原點。謹記，當本船航向不變時，真方位的變化量，才會等於相對方位的變化量。如果在惡劣天氣中，船首向會有  $2\text{-}3^\circ$  的擺動，則真方位的變化，就會變的不太能確定。

**讓路船的有效讓路行動，是讓路船真方位的變化量，在 4 海浬時變化  $5^\circ$  以上。**



圖 7-29

如果在 4-6 海浬時，相對方位的變化無法被察覺到(在 4 海浬時變化  $5^\circ$  以上)，讓路船可能沒有採取早期避讓，或者避讓的幅度很

小。如果在 2-3 海浬處，方位的變化仍然不明顯(在 2 海浬時，沒有變化  $10^\circ$  以上)，則可以確認讓路船沒有採取任何行動。

在這裡，我們要知道自身的限制，

- 我的目測距離，可以辨認出，讓路船隻的距離多遠呢？
- 我的目測方位，能夠識別，讓路船的相對方位變化是  $10^\circ$  以上了嗎？

上圖，我們取出相對方位的變化量是  $10^\circ$  的藍色線段，放在甲板各部，由此可知， $10$  度的相對方位在船頭，可能是兩個櫃子的寬度，在船舯可能是一個櫃子的寬度，在駕駛台前面，可能是一個櫃子的  $3$  分之一。有了這個概念，對於方位線參考點的取捨，方位變化量是多少的觀察，就更能上手，換句話說，我們的處境感識又更深了一層。

### 讓路船相對方位的變化

要謹記，每當量取讓路船的方位變化時，要以讓路船的船艉為觀測點，來避免視差與花開效應。如果讓路船來自左船頭，讓路船的船頭碰撞對本船最危險，直航船就要同時密切關注讓路船的船頭相對方位變化。

讓路船相對方位的變化，還可以告訴我們一些資訊。

無論讓路船(A 船)正採取了何種避碰措施，看起來又扭又轉的，扭動是她剛用了舵，轉動是她舵效來的時候，如果一段時間後，真方位沒有任何明顯的改變，這可能說明兩船間的距離太近了，

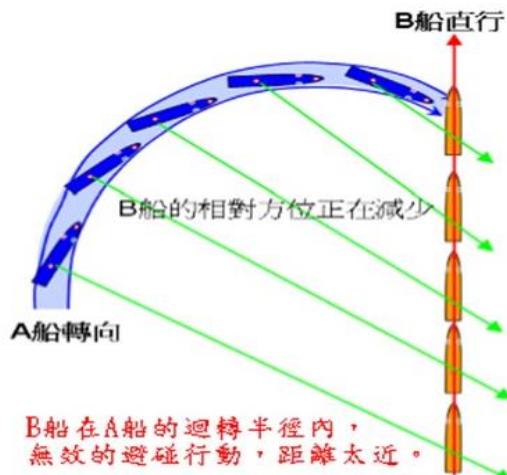


圖 7-30

- 我們能不能看出，兩船間的真實距離多少？是不是有誤判的可能？
- 這種距離，直航船是不是也應該採取行動了嗎？
- 通常這種情況發生在，讓路船正在迴轉的過程中，那他的部位燈/航行燈的角度，有沒有改變？是不是有反花開效應？他船的側影變小？
- 讓路船的避碰措施，效果必須等讓路船的航向和速度穩定後，才可以觀察的出來，

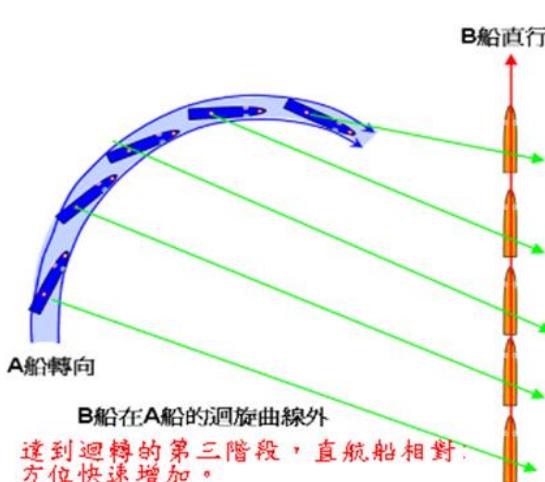


圖 7-31

我們對距離判斷的直覺。

- 近距離浪費時間去觀測他船的方位變化，表示你還不適任，你應該是趁此時機，先採取行動避碰。

讓路船的距離與方位變化是互為因果的，所以我們的直覺來自目測距離與目測方位的綜合。

**避碰幅度大小應該是多少呢？2 海浬  $10^\circ$ ，還是 1 海浬  $20^\circ$  呢？**

- 讓路船避讓措施的效果，取決於它的船速和航向，與它船的操作性能。
- 讓路船已經採取了行動，則避讓行動的效果，可以用方位變化的快慢來判斷（如上節：讓路船真方位的變化量）。

- 然後才可以判定，她所採取的行動是否足夠？此時，是觀測比較重要？還是直接採取行動比較重要？這取決於我們對距離的判斷上。
- 觀測他的距離是多少？這要靠我們的直覺，
- 考慮他的方位變化是否足夠？也要靠

- 讓路船是否有保持足夠的距離？作避讓的動作。這是我們對兩船間距離的直覺。
- 通過本船船首或者船尾的距離，是否足夠？這是我們對讓路船方位變化的直覺。
- 如果通過距離不適當時，直航船也要通過改變相對方位，去採取最有利於避碰的行動。
- 直航船也要通過改變相對方位去避讓，要如何做呢？(參見第六章直航船避碰的操船控制)

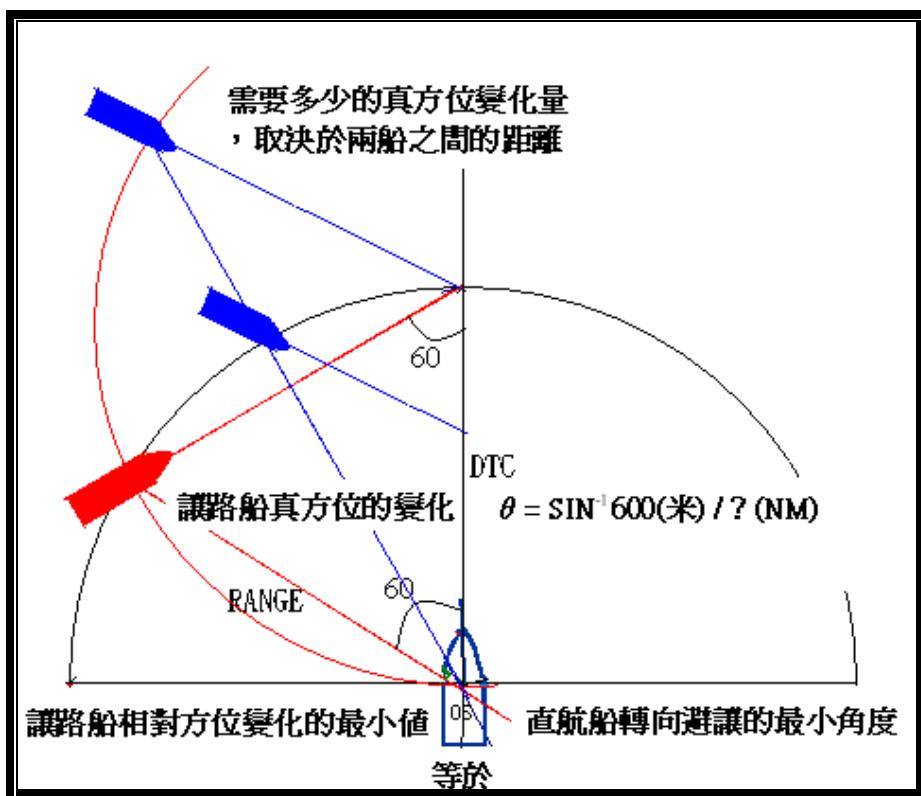


圖 7-32

- 如果讓路船船頭的相對方位在變小，讓路船有通過直航船船首的趨勢。
- 問題的關鍵是，讓路船是否有足夠的時間通過？(參考：讓路船真方位的變化量)
- 不管怎樣，這種狀況對我們是有益的，因為讓路船的船首，正

在遠離本船的船中和船尾。

- 如果讓路船不能讓清我輪的船首，我們必須採取一些避讓行動。
- 最好的行動是：本輪採取與讓路船相同，或者相反的航向(兩條船同向或航向相差  $180^\circ$ )。
- 到底向左轉還是向右轉？這就取決於，兩條船之間的航向差了，
- 如果兩條船航向差小於  $90^\circ$  (用紅色船表示)，直航船（本輪）可能需要向右轉向，來減少兩船間航向差到零度。
- 如果航向差大於  $90^\circ$  (用藍色船表示)，直航船向右轉向，需要轉向  $110$  度，超過  $90$  度。
- 任何船想要轉向超過  $90^\circ$ ，至少需要  $4.5$  倍的船長距離 (滿舵情況下)。
- 由於大角度的轉向，易於將本輪脆弱的船艙，暴露於讓路船的船頭。
- 這種動作必須有足夠的把握，並且不至於使直航船的危機加深。
- 這種自信，應該是來自於，兩船間具有足夠的操作距離，(不可諱言的，很多人都不知道)
- 對於直航船來說，足夠安全的碰撞距離 DTC，最少為  $6$  倍船長的距離。
- 在較遠距離 ( $2\text{-}3$  海浬)，直航船不可使用連續小角度的改變航向，來避免碰撞的發生。
- 除非是受限制水域，並且對碰撞的態勢有正確的估計，或真實的測繪，直航船須改變航向多少與碰撞距離有關，並須避免使用連續小角度的轉向。
- 直航船及早採取的航向改變，應該產生足夠的橫向通過距離，讓清可能碰撞區域 POC。

直航船的航向改變量(見避碰的底線)，其實是與讓路船真方位的變化量相同的。

- 讓路船船艉的相對方位變化量要多少，才會讓清我船的船尾？

- 想要讓清 2 倍船長的可能碰撞區域，直航船要採取的最小航向改變是多少？
  - 在 4 海浬時變化  $5^\circ$ ，
  - 在 3 海浬時變化  $7^\circ$ ，
  - 在 2 海浬時變化  $10^\circ$ ，
  - 在 1 海浬時變化  $20^\circ$ 。

直航船轉向避讓的最小角度，等於讓路船相對方位變化的最小值，是 4 海浬外要轉航向  $5^\circ$  度。

這兩種結論來自同一理論基礎， $4(\text{NM})\sin\theta=600$  米。 $\theta = \text{SIN}^{-1} 600(\text{米}) / 4(\text{NM}) = 5^\circ$

讓路船最終船頭的相對方位，對碰撞結果的判斷很重要。

讓路船頭的最終相對方位，是怎麼得來的呢？直航船只能根據當時的環境情況，來加以判斷，見圖 7-20。

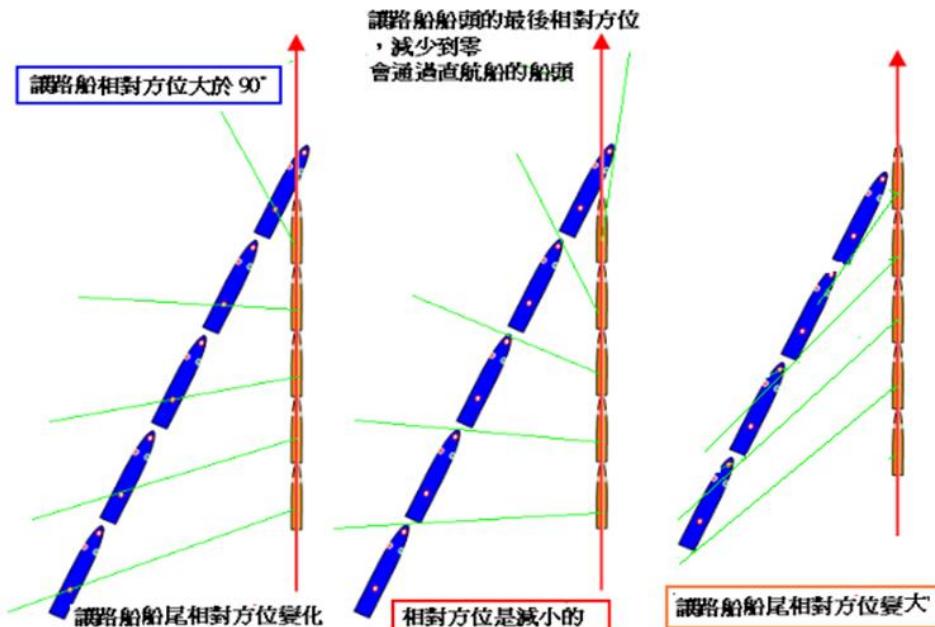


圖 7-33

### 讓路船船艉的相對方位減少。

- 當直航船監控讓路船的相對方位變化，發現讓路船船艉相對方位是減小的，讓路船船首的最後相對方位，也要考慮進去。
- 左圖讓路船的船頭的最後相對方位，減少到零，這就是說讓路船的船首，會通過直航船的船頭。這是讓路船來送死，本船無安全上憂慮。
- 如果讓路船船頭的相對方位，沒有減少到零的趨勢，讓路船可能會撞上直航船。本船堪憂，必須採取措施自救救人，避免身家財產損失。

### 讓路船船艉的相對方位增加。

- 當讓路船船艉的相對方位增加時，讓路船可能採取了轉航向或者減速的措施。
- 當這種情況發生時，讓路船有通過直航船船尾的趨勢。
- 如果相對方位的變化有點遲的話，讓路船可能有撞上直航船船舯或者船尾的可能。

任何碰撞事件可能發生時，船長處置的最高原則，是首先保證本船的人命安全，其次為船舶與貨物安全。所以，讓路船相對方位的增加，比減小更危險，此時要立即確認讓路船的距離，是否安全。如果讓路船撞到本船船舯或者船尾，則將會帶來毀滅性的損失。為了避免碰撞，直航船必須採取最有利的避碰措施？將取決於讓路船將撞向我船的什麼部位？

### 讓路船將撞向我船的什麼部位？

由上下的兩張圖例裡，可以看出：

以判斷碰撞危機來說，還是以觀測讓路船船尾，相對方位的變化最為準確。

- 圖 7-33 右邊，讓路船船艉相對方位，起先是不變，最後變小，讓路船被撞。
- 圖 7-34 右邊，讓路船船艉相對方位，起先是不變，最後變大，直航船被撞。

當然，兩條船的大小，造成的花開效應不同，也會有影響，我們的假設是大船是讓路船。但是要判斷本船會被撞何處？或是我們會撞他船何處？這時就要觀測，讓路船船艏的相對方位變化。這種觀測是 ARPA 做不到的，那我們是不是有可能做到？這就像是練習撐竿跳，或者是打高爾夫球一樣：當我們理智需要注意的事項，超過我們的工作記憶的限制時，就需要我們的潛意識出來，協調我們的優先順序。也就是經由長期的訓練，讓潛意識來直接產生正確的判斷。所以首先要觀測來船的船尾方位變化，如果方位沒有變化，還要同時感覺來船的船首方位變化，才能對碰撞的情勢，有一個正確的預測。

一般來說，我們不會等到最後攤牌的時候，會在適當距離外，採取行動，保持與讓路船相同的航向，以避免危險。

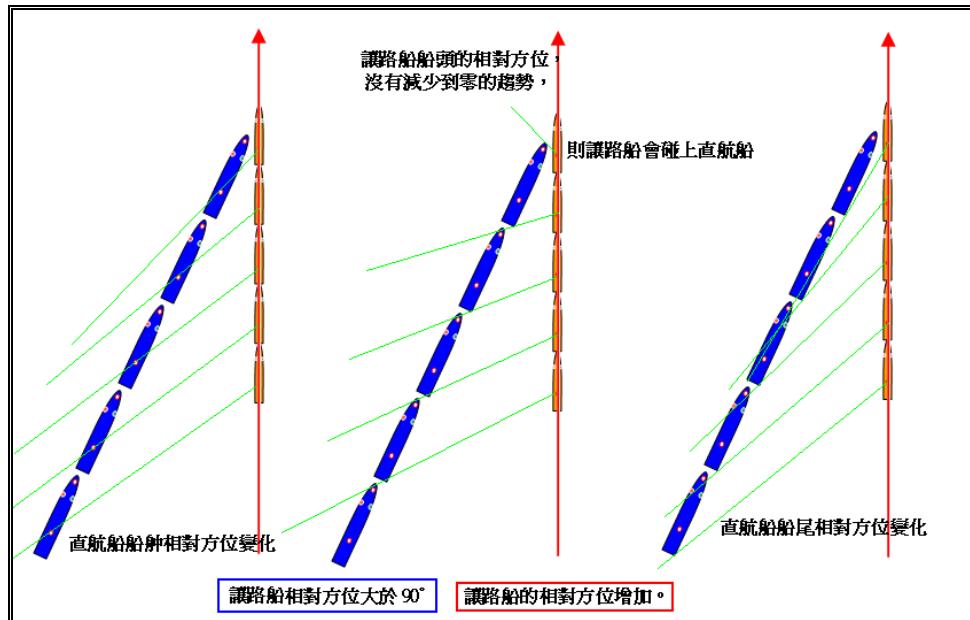


圖 7-34

### 轉向：直航船最有助於避免碰撞的措施

- 如果兩船間的距離足夠，並且直航船還不確定讓路船的行動有效性，為了遠離可能的碰撞區域，直航船向右轉向，並且穩定在與讓路船相同的航向上，是比較安全的選擇。
  - 開始使用右滿舵，以啟動迴轉。

- 當船隻船首開始向右轉向後，適時正舵，以避免迴轉速率太高，(視船型，每分鐘 20 度或 40 度啦)
- 視迴轉速率，當到達他船的航向前一分鐘，壓反向的左滿舵，並穩定在與讓路船相同的航向上。

如果直航船已採取最有助於避免碰撞的措施，

- 在很短的距離內，雷達不可能準確的測出他船船頭船尾的距離與相對方位變化，
- 而且我們觀察讓路船避讓行動的時間，往往都只有一分鐘，或是兩倍船長的前進距離。
- 當我們發現不論是讓路船的船頭，或者是船尾相對方位的變化都不大。如同本章六連拍的例子，0:08 時他船船頭相對方位在本輪右舷 35 度，他船船頭相對方位，在 1:00 減少到右舷 18 度，變化率每分鐘 20 度。ARPA 也許能夠解算出來他船的航跡，但是對他船轉向產生的漂流角，就無法正確估計，容易誤判。見下圖，讓路船航向 020 度轉向 150 度，但是 ARPA 顯示為轉向至 120 度，正對本輪而來，本輪容易造成誤判。
- 所以在近距離的避讓，對距離的掌控是最重要的事，我們眼睛雖然看的出，她船避讓的決心，是正對本船船艉，航向是 150 度，如果兩船之間的安全距離不夠，雖然轉向角度好像足夠，還是會發生碰撞，因為對漂流角沒有估計進去。

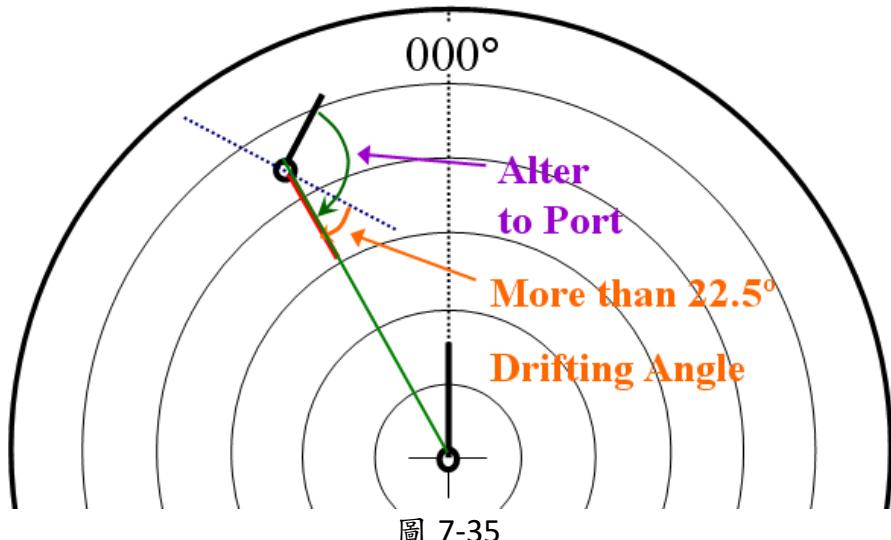


圖 7-35

- 需要注意來船的船頭船尾距離，而且需要具有使用目測距離的能力，才能對碰撞操作，做出正確的判斷。這是另外一個原因，為什麼？要求操船者要有，目視判斷兩船間距離的能力。
- 操船者還應該要能看出讓路船在最後階段，是否有使用舵令，做出任何轉向的動作？因為迴轉的第一階段只有甩艉，沒有擺頭，船頭也許只是晃動一下，所以操船者就必須全神貫注的目視，關注讓路船的動態，尤其是在夜間，船艏燈可能只是奇怪的扭了一下，這對本輪的避碰選項，可能會有一定的影響。
- 見下圖，直航船的操作，不確定讓路船行動的有效性，採取行

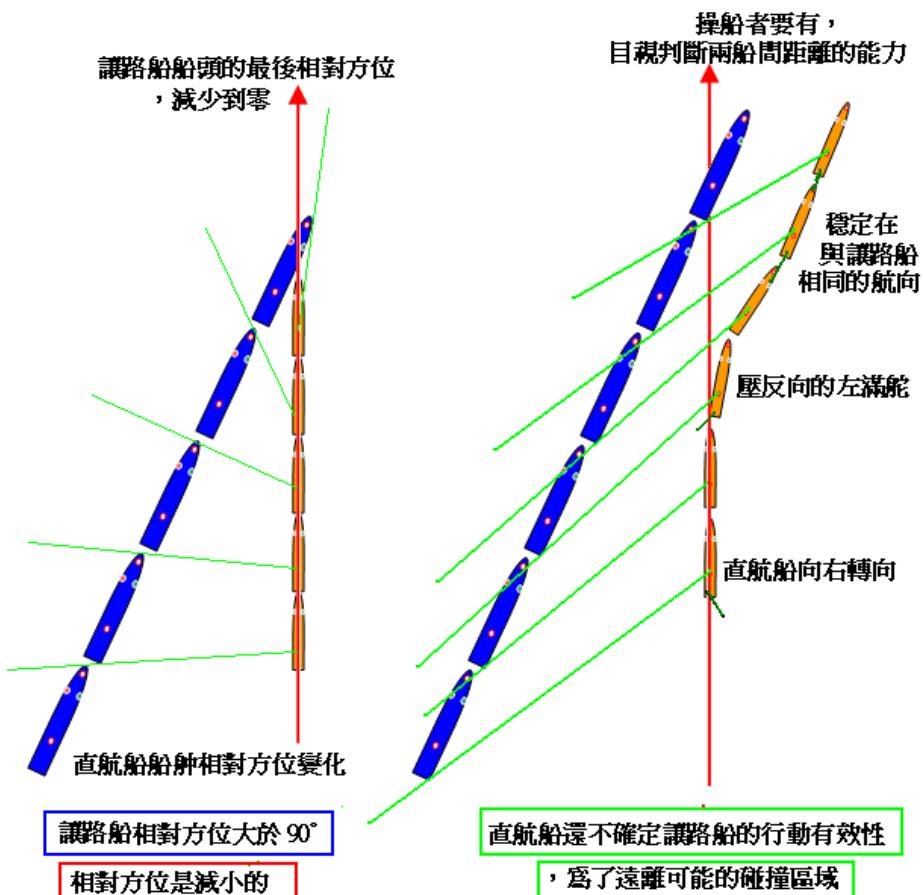


圖 7-36

- 動，向右轉向，採取與目標船相同的航向，如同六連拍的第六圖，無論如何忙亂，對讓路船的航向，都應該事先牢記，緊急

的時候，就用的上了。這是處境意識，遇到危險，先收集最後最關鍵的資訊，並對需要的操作，預作估計。他船的航向航速，便是其中的關鍵。至於方位與距離變化的估計，就是憑感覺了。相對於，新手是記他船方位與距離的變化，緊急的時候，不知道要轉幾度？因為不知道他船航向航速，有甚麼用處？其正確處理能力，高下立判，還沒有把處理時的心理壓力估計進去呢。

- 讀者應該對圖上的操作程序，再無疑義，才是適任哦。

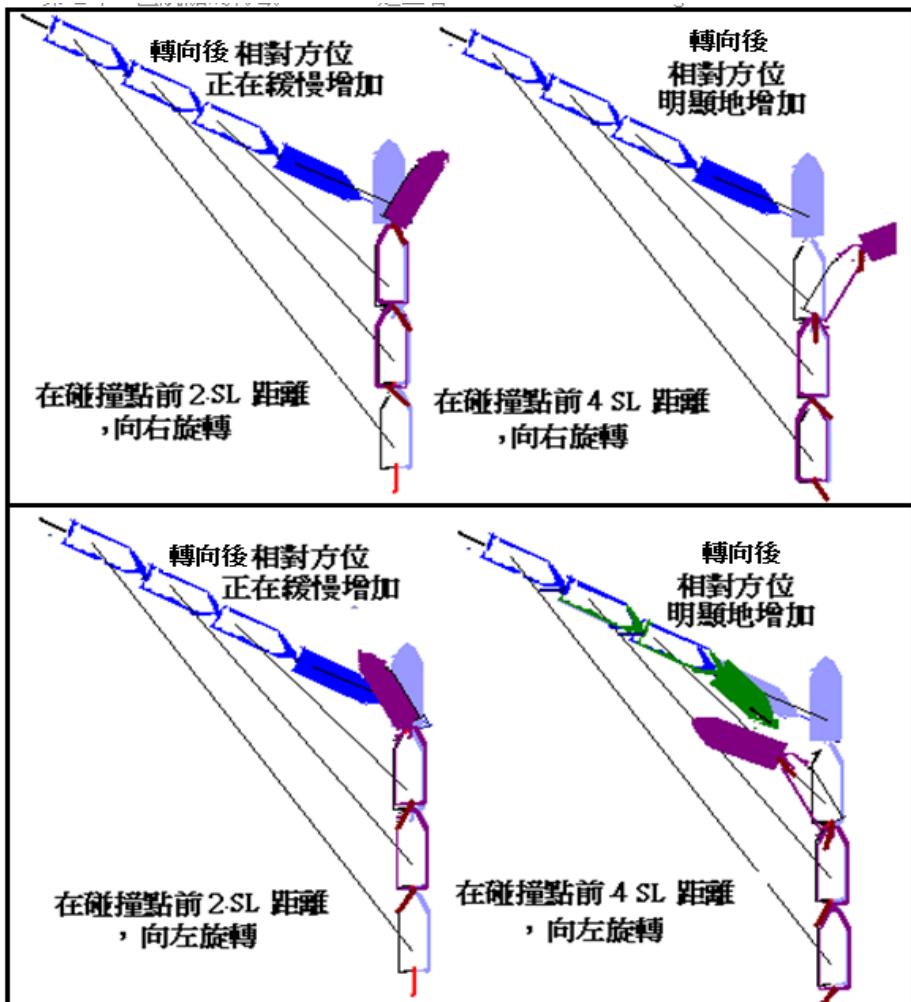


圖 7-37

兩種例外情況，直航船向左轉向（在第六章 86 頁已經討論過），是讓路船的相對方位小於 90 度，並避免本船船艙受撞擊，在此就不再討論，見上圖。

總結：直航船採取轉向避碰措施，是逼近情勢最後所必須要採取的動作，減速的動作，作用較少，並且會讓舵效減半，除非是碰撞已無可避免，貿然減速，就像河道裡會有船尾浪追上來一樣，會有相當的不良副作用。我做三副的時候，船隻航行在歐洲航線，英吉利海峽經常吹南風起大霧，能見度只有 1.5 海浬，這時我總會緊張兮兮的做著雷達測繪，因為 1.5 海浬只夠做追越船的避碰，反觀北海領港，神情卻十分輕鬆，問他說 1.5 海浬的能見度夠嗎？北海領港回答，ENOUGH 有時他們會直接忽略，英吉利海峽中的左舷來船（當作沒看到），別忘了，避碰規則是歐洲人訂的，以他們的英文水準，要讀懂避碰規則也不難。即使規則中，明明有寫出對直航船採取措施的要求，但是沒有寫出，規則開始適用的確實距離？也沒有寫出甚麼叫做 DTC 碰撞距離？或是該保留多少碰撞距離 DTC？發生碰撞後，只有籠統的說，未及早採取行動，卻忘了“及早採取行動”，根本就是讓路船的事，直航船“及早採取行動”，是不得已的事，並不是常態。

這些不清不楚的話語，再加上碰撞法庭的民族主義，一心維護本國人的利益，也不管錯誤的權重，全判外籍船的錯，如果對方外籍船律師厲害，也只會判 50/50 的責任。估不論船公司遭受的損失，船員船長又經常被泛罪化，不管三七二十一，先限制出境，配合調查，馬上就失業與妻離子散，不得回家，在這種情況下，你還會信他的鬼話，ENOUGH 嗎？當然，北海領港有時要當 10 幾個小時的班，體力一定會不濟，有的會等到大副班，下去休息，大副班如果在繁忙水域時，他又不得離開，身為船長，也應該要注意他的身體狀況，與以適當安排休息時間，不可殺雞取卵，把責任都推給領港。身為船副，也不能相信他的託辭，要注意瞭望，保護自己的利益。

現在我們可以用，所學的額外知識保護自己：

1. 直航船採取措施的距離為 2-1 海浬。讓路船船尾相對方位小於初次觀測的相對方位，則讓路船可能先過本船船頭。

2. 讓路船相對方位變的大於初次觀測的相對方位，讓路船可能要過本船船艉。
3. 無論讓路船的船艏向如何改變，讓路船船艉的相對方位，沒有變化，就有碰撞危機，即使本輪正在運轉中，或是在近距離的時候。
4. 遠距離時，讓路船的船艏向改變，相對方位沒變，我們仍然有信心，可以持續觀察。
5. 近距離，如何目測距離的遠近，就很重要。剛開始我們也許需要更明確的線索，以我們的工作記憶去觀察水線、船頭浪，船尾浪，燈光或水面反光等線索，來支持我們的決策，久了以後，這就變成我們處境感識的一部份，換句話說，潛意識直覺的一部分，我們的注意力，可以更專注在相對方位的變化上。
6. 近距離迴轉觀測，目標船頭船艉接靠距離的變化，比方位的變化更重要(花開效應與反花開效應)。
7. 訓路船有效的避碰措施，在2海浬時，最少要轉向 $10^\circ$ ，在1海浬時，最少要轉向 $20^\circ$ 。除非船長有相當的經驗，用眼睛看的出來，讓路船轉向轉了幾度？這時也不必勉強，可以使用ARPA或AIS上的資料，來提供船長船副做初步參考，前提是船長船副還記得讓路船的原始航向嗎？這需要適當的培訓，才能臨危不亂。或是船長船副根本不知道要注意目標船的原始航向？這需要適當的知識，不幸這些知識，只有在本書這裡提供。
8. 訓讓路船的相對方位變化，最晚在兩船距離4海浬時，要達到 $5^\circ$ 的變化以上。
9. 直航船必須能預估出，讓路船船頭的最終相對方位，會在哪裡？這對碰撞本輪的後果，影響非常大。
10. 在近距離，讓路船的相對方位緩慢增加，比緩慢減小更危險，因為可能會撞到本輪船艙，如何增加讓路船的相對方位呢？
11. 直航船採取向左轉向避讓的最佳時機，是在碰撞點前的4SL距離，太早太晚都不行。

細心的讀者，也許會發現本章的許多章節，已經在前面幾章討

論過了。這是正確的觀察，這一章，就是把前面幾章，我們耐心討論的細節(像讀碰撞物理學一般)，總結起來，讓當值船副在實際應用的時候，能夠明白他的章節次第，與實用的地方。如果你做到董事長總經理，對於公司產品的市場佔有率，哪怕是只有掉了一%，在做業務報告的時候，你都會很敏感。如果我們要做一個成功的船長，我們需要對哪些數字敏感呢？這也就是，我們在總結時，所提出來的這幾個轉向數字，尤其是目標船相對方位的變化趨勢。

如果你並不具備目視距離與目視方位的能力，這些數字對你不具意義。你的反應都是被機器牽著走的被動，是也可以啦，如果船隻不多。

如果你對數字變化趨勢的感覺，不論是距離或是方位，都是經由 ARPA 或是羅經方位來確認，你還很淺，看看下述。

我們可以由船頭取出，相對方位的變化是  $10^{\circ}$  的藍色線段，放在甲板各部，由圖可知， $10$  度的方位變化在船頭，可能是倆個櫃子的寬度，在船艙是一個櫃子的寬度，在駕駛台前面，是一個櫃子的  $\frac{3}{4}$  分之一。有這個概念，對於方位變化的觀察，就更能上手。

如果，讀者至此，還沒有飛奔到甲板的衝動，去把這些方位變化的參考線段取出，那並不是筆者的失敗，而是你已經失去對跑船的熱情，或是你已經有一套，對碰撞危機的無感。後者是所有因為事故的主因，你的事業，已經危險了。

附註；(船舶動態定位(Dynamic Positioning)，使用全球衛星定位系統(GPS)與數位羅盤做為位置量測系統，三個數位訊號處理器作為控制核心，三組主機與螺旋槳作為推進器，透過船體系統的複雜運算，位置訊號與控制訊號得以在三個數位訊號處理器間相互傳輸，達到傳輸的即時性，並增加訊息可靠度，達成穩健的定位控制。