第五章 碰撞危機的處境感識

碰撞危機的理性限制

所謂理性者也，就是五加減 2 的工作記憶，所能處理的情況。所有的人為操作，都無法突破工作記憶的限制。所以我們需要切割不同階段的工作需求，然後熟練的一一執行，，做成程序，養成慣性，以執行我們的任務。每一個航行班，都是由瞭望開始，也是由瞭望結束。瞭望應該使用一切可行的方法，包括目視、聽力或者是其他的助航設備來幫助。現在自動雷達避碰測繪系統 ARPA，已經是 SOLAS 的強制規定，在 ARPA 上面，要得到碰撞的資料，是有，但必須知道正確操作的程序，否則它是零容忍，不管你是不是船長，也不管情況有多緊急，你需要的資料，剛剛好就不在顯示幕上。ARPA 比雷達比較好的地方，是因為具有運算，未知目標航行向量的能力，能夠顯示，每一個目標船的真航向與航速，但是這些自動避碰雷達的資料，只有在目標能正確的辨認，而且附近船隻並不太多的時候，才會有用。因為來往船隻眾多的時候，目標的確認，就很容易混淆。如何將 ARPA 上的目標，與海上實際狀況相連結，就需要相當的訓練，同時任何雷達在探測上，所可能遭遇的限制，如雨雪雜斑或他船訊號干擾，在 ARPA 上，也沒有辦法避免。

自動測繪雷達探測的一些限制如下:

(a) 在遠距離時，小目標無法產生回跡
(b) 雷達天線時常裝在不理想的位置
(c) 目標數量時常超過 ARPA 能處理的最大接收量
(d) 雷達解析度不足以區分大、小目標
(e) 在近距離內，小目標會被海浪回跡蓋掉。
(f) 雷達常見的 4 種假回波等

※補充※

雷達 4 種假回波

1. 間接回波
2. 多次回波
3. 旁波套(旁瓣)回波
4. 二次回波

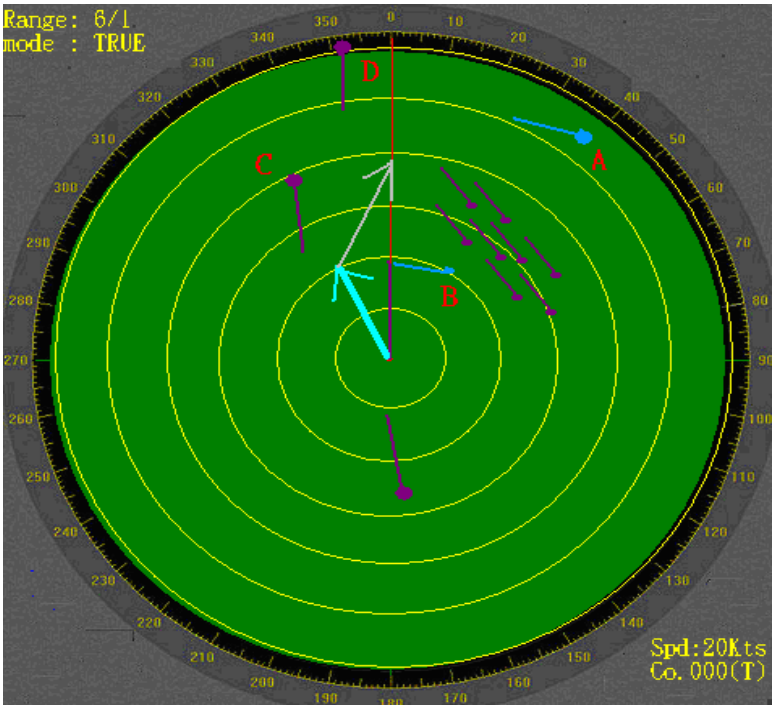

圖 5-1

ARPA 並不能夠提供，我們瞭望當值，所需要的每一件資料，而且還經常會失去目標的回跡，就像雷達一樣。即使所有的目標都能被探測到，但是最具挑戰性的部分，還是在如何能夠正確的確認目標？這種情形，最經常在夜間發生，見上圖，當一條遠洋船隻(淡藍色 A 船)在漁船群附近航行。而其中的一條漁船(淡藍色 B 船)，可能提早脫隊，並且與其他船隻的航向不同。由於目標太多，漁船也沒

圖 5-2

有標準的航行燈顯示，當值船副無法在目視中確認，是哪一條漁船脫隊？(船副不具備，目測 B 船距離的能力，也不具備目測 B 船方位的能力)在這種情況下，當值船副的處置，很可能就是放棄目視的觀察，然後專心在 ARPA 顯示幕上的操作，觀測 B 船在 ARPA 上的動向。同樣的情形，船副也可能無法分辨，A 船航行燈與其他漁船的部位燈光，只好專心在 ARPA 的顯示幕上。

碰撞危機的感覺協同

使用 ARPA 的電子游標線，是否能夠探測到一個比較可能，遠離那些漁船可能碰撞區的方向? 也就是開到一個安全區域。安全區域在 ARPA 上是沒有顯示的，那是在目標船速度向量不能到達的地方(轉向 330 對著 C 船開)，需要直覺上的了解，才能決定(如果你不知道為甚麼？要走 330 度，那你就可以再想一想)。航行員之所以放棄目視這些目標，是因為他們沒有時間，利用在 ARPA 上的電羅經的方位，去確認與比較這些目標的目視羅經方位或是相對方位，(嗯，B 船在右舷 30 度，A 船在右舷 40 度，站在 ARPA 這裡，抬起頭我是不是知道右舷 30 度與右舷 40 度，是在駕駛台的哪一個窗戶位置呢？)，這些小動作，抬起頭來確認一下目標方位，似乎是不經意，其實是有相當經驗的累積。我們是否知道如何做目標方位距離的確認，關係到我們對探測碰撞危機的能力。

碰撞危機的處理習慣

如果我們有一位當值船副，在專心負責 ARPA 畫面的觀測及目標的確認，對操船的人來講，將是一個很大的幫助。因為 ARPA 觀測需要對 ARPA 系統有相當的經驗，才能掌握顯示幕上面的畫面與資料，同時他又必須能夠，在資料區做出正確的設定，剛剛好顯示出我們要的資料。抬頭看看上面的 ARPA 資料區，顯示的資訊就不只 7 個，超出我們理性的工作記憶甚多，很多功能都是用電腦程式設計的軟體開關，需要有長期記憶支援操作，本來的瞭望操作是雷達螢幕提供電子畫面，與窗外的目視畫面，交互確認。現在的瞭望操作變成雷達螢幕電子畫面與 ARPA 資料區的資料，交叉比對確認，窗外就留給藍天吧。

當值的年輕船副，如果會操作 ARPA，那當然很好，但是另一件隱憂又出現了，這個優秀的年輕人，可能永遠也學不會目測瞭望，如果沒有另外的培訓計畫，這不是對管理階層的勸告，這是新的時代，新的危機預案，換句話說，船公司的管理階層要開始挫的等了，事實上，太過依賴 ARPA 已經發生過，目標進入盲區，以至於造成碰撞的案例。提醒年輕船副，你不是不夠好，也不是態度不佳，只是你也會受到天生的限制，必須有所突破。

年輕的船副，也很可能在駕駛台上面，被其他的事務所分心。此時，船長必須一個人負起瞭望與操船的所有任務，其困難可想而知，船長可以依賴的，就是目測瞭望。不幸的是，這 10 年中，新一代的船長，也是 ARPA 世代，對 ARPA 也是依賴甚深，如果當值船副對 ARPA 操作不熟，對不起，船長現在也沒時間教你，況且船長自己要用 ARPA 來瞭望，變成船長在雷達螢幕區與 ARPA 資料區，交互確認，船副靠邊站，這是另一件隱憂，目測瞭望是甚麼？只能心有餘而力不足。

碰撞危機的處境感識

解決的辦法，就是要增加人氣，派兩位船副一起當班，互相合作配合船長觀測目標的需求來操船。大部分的時候，船上兩位船副的資歷都不整齊，一個資深一個資淺，船長還要從旁協助指導。我們可以想像即使是海軍，也會打下他們自己的飛機，不管有多少人在 CIC 戰情室裏面，幫忙當值瞭望，也不管有多少電子識別儀，在幫助他們工作。不管我們會不會，我們需要一些目視的技能，來幫助我們克服這些儀器的畫面限制，ARPA 提供速成資料的誘惑，並且能夠預測正確的行動，以避免最危險的目標。凡是需要人類感官，如眼睛來發現危險，協同我們的知識，經驗與慣性來認知，預測與正確操作的技藝，最終都會變成我們的潛意識，一種內化的能力，也就是我們的處境感識。內化的原因是，因為我們的理性受到工作記憶的限制，所以把需要處理的東西，變成我們習慣的一部份，以免遺漏。

避碰規則第七條,避碰危機

(a) 各船舶應利用各種可能適當方法,在當前環境與情況下, 研判是否有避碰危機存在,如有任何可疑之處,此危機應視為存在。

(b) 若裝雷達並能作業時,應於適當使用,包括長距程掃描,亦能及早獲得碰撞危機之警告,並用雷達測繪或類似之系統設備,觀測已測出之目標。

(c) 切勿依據不充分資料,尤其不充分之雷達資料,擅作假設。

(d) 在研判是否有碰撞危機存在時,應考慮下列各項:

(i) 如果駛近船舶之羅經方位無顯著改變時,碰撞危機應視為存在;

(ii) 雖然駛近船舶之方位明顯改變,碰撞危機有時仍然可能存在,尤其當接近一巨型船或拖曳船,或逼近另一船。

影像越來越大的目標，都是碰撞的可能目標

在 COLREG 第七條(a)項 如有任何可疑之處, 避碰危機應視為存在。主要是當他船的方位改變並不明顯的時候，鼓勵讓路船採取適當行動，以避免碰撞。還有一個很有趣的現象，可以相互比照，對航空業所謂的"空中碰撞"所做的研究顯示，有一個現象叫做"花開效應" 。如果一個目標的影像變得越來越大時，可能表明，這時碰撞危機是立即存在的，因為目標的方位不變，影像才會變得越來越大。**當這個目標影像的變大，比他的方位改變還要快速的時候，影像才會變得越來越大。**這時當值船副，就會懷疑碰撞危機，是否可能發生了？此時，就需要使用第七條(a)項的規則，*此危機應視為存在*。

圖 5-3

見上圖，雖然他船的船頭，原羅經方位線(綠色線左圖一)與其後相對方位線(黃色線右圖四)的方位變小，但是實際上，他船與本船的距離，卻越來越近。即使碰撞位置，已經不是他船的船頭。表示原始的碰撞方位上，仍然有問題存在。這時碰撞危機，就會變的很難確立？我們只要比照，右邊最後一個圖形，黃色的船頭相對方位線與原始的相對方位線(綠線)差距，就可以明白。影像變得越來越大，船頭的相對方位變小，表示不會撞到船頭，但並不表示不會撞到他船的船舯，除非他船船艉的相對方位也減少到零。圖 5-3，影像變大，但是相對方位變化不夠大，有碰撞危機。下圖 5-4 紅線為觀測者的船艏向(視觀測者位置不同而改變) ，來船影像變大，最終相對方位線變化角度大於其原始相對方位線(相對方位線由左舷 50 度綠線變成右舷 5 度的黃線，相對方位線變化角度為 55 度=50+5 度，大於原來的 50 度)。*這個現象提醒我們，凡是影像越來越大的目標，都是碰撞的可能目標之一。***觀測他船的方位變化最好抓船艉方位，相對方位變化量要大於其原始相對方位**(黃線變化 55 度>綠線左舷 50 度)，**才不會有碰撞危機**。

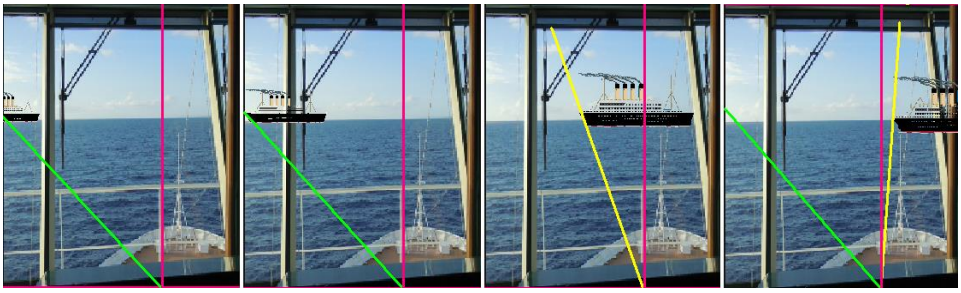

圖 5-4

使用 ARPA 的工作量

"各船舶應利用各種可能適當方法,在當前環境與情況下, 研判是否有避碰危機存在"，各種可能適當方法包括：視覺、聽覺，雷達與雷達自動測繪設備 Automatic Radar Plotting Aid (ARPA)。

國際海事組織（IMO）已制訂出， SOLAS 修訂後的 APRA 標準。ARPAs 的主要功能，可以歸納在國際海事組織的以下聲明

裡.....“in order to improve the standard of collision avoidance at sea: Reduce the workload of observers by enabling them to automatically obtain information so that they can perform as well with multiple targets as they can by manually plotting a single target”

為了改進海上避碰的標準作業；減少觀測者的工作量，確保他們能夠自動得到，所需要的資訊，所以他們能夠在多目標的情況下，執行他們的任務，就像他們能夠手動測繪單一目標一樣。

所以我們可以從這一段聲明中看出，自動測繪雷達最大的目標，在多目標的情況下，自動產生目標資料，以降低當值船副的工作量。說的好聽，看看正確熟練的使用 ARPA，需要多少訓練，包括 ARPA 的裝設規定，測繪、判讀、距離圈的選擇、資料的了解、晴天的練習、正確操作，平行游標線的運用，與電子海圖資料系統的整合 Electronic Chart Display and Information System(ECDIS)，與 AIS(Automatic Identification System)整合，經常的操作性檢查各項參數的設定，對地與對水速度的顯示模式，船速的輸入來源與可能的羅經誤差、警告警報處理的注意事項等。讀者可以自行參照相關書籍或在網路上查閱。

原本是在雷達平面顯示器的畫面上，去做測繪與預測的工作，需要長期工作訓練養成的習慣，或是直覺，去產生適當的處境感識。改成一連串設定的前置作業，與其後的數字顯示，這裡面就有一個絕大數人，都不知道的弊病，就是牽涉到工作記憶的容量。早期的研究是說，**工作記憶的容量是 7±2 的資訊**，現在的研究更進一步的顯示是，一般人只有處理 5±2 資訊的能力。改用 ARPA 之後，只要有一個目標取得資訊，就會用盡每個人工作記憶的容量，同時有兩個目標有問題，就會讓我們感到吃力，壓力馬上上身，重點是這種壓力與我們的年資無關，不管你做了多少年，你也沒有辦法突破，工作記憶的容量限制。俗話說，人就是人，這時的解決方案，就是利用別人的幫忙，在駕駛台使用其他的人力資源，來協助解決使用 ARPA 的困難。

其他的人力資源，需要適當的訓練，永遠不能相信他的訓練證書，要自行訓練考核。訓練好了，也讓我們無法脫身，去做目測瞭望，最終已經使我們失去處境感識的能力，完全依賴 ARPA 的操作，造成操作者的不當焦慮，因為要來回確認，各項參數的設定，是否與我們的預期一樣。自從 STCW 強制規定，船上必須裝設 ARPA，所有船長船副都要有 ARPA 訓練或是證書。碰撞事故的發生，並沒有很大的改善，然後說，原因是人為錯誤或是人為因素，要所有船長船副再受 BRM 的訓練，接受一些似是而非的標籤，模糊了事件的根本原因(處境感識是其一，事實上大部分的人，都不知道處境感識是甚麼?只是人云亦云吧了)，**是 ARPA 的設計不當，違反了原來的目標，降低當值船副的工作量。**現在的趨勢，不是檢討改進，如何回到初衷，簡化 ARPA 的設計，降低當值船副的工作量。而是趕快積非成是，創造新的規格，聲言把所有航儀整合，再造一塊大餅 e-NAVIGATION，來維持這些航儀公司的發展。而且還有英美歐洲各國，在 IMO 的強勢運作，利用 STCW 的法規，企圖制定對自己有利的技術規格。

新的航儀就有新的毛病，重點是新的毛病，就會有資源的排擠作用，本來可用長期工作訓練養成的習慣，或是直覺，來培養產生適當的處境感識，變成另一個站在 ARPA 前面的機器人或應聲蟲，這個機器人不是別人，就是你。不管你做了多少年，使用 ARPA 就會限制，你養成良好目測的習慣，或是直覺反應的速度。當然時代不可能倒流，我們能做的是，維持目測的習慣與直覺反應，維持我們固有的能力。對新人來說，透過對本書的研討，時間即久，就能有一些心得。

ARPA 的相關規定與使用限制，可參見英國 MCA Maritime and Coastguard Agency 的 MGN 379 (M+F) Navigation: Use of Electronic Navigation Aids（網路上可查）

ARPA 的可能誤差源

下面節錄一些注意事項，以說明 ARPA 的可能誤差源，算是我們的處境感識：

- **Serious errors** in output data can arise if heading and/or speed inputs to the ARPA/ATA are incorrect.
  嚴重的計算資料誤差，可能會因為船首向亦/或船速的輸入不正確而引起。
- **It is important** to note that an inaccurate compass heading or speed input will reduce the accuracy of true vectors when using ARPA or ATA.
  必須注意與知道，不正確的羅經船艏向或船速輸入，會減低真航向航速向量計算的正確，是**很重要的**。
- **This is particularly important** with targets on near-reciprocal courses where a slight error in own-ship's data may lead to a dangerous interpretation of the target vessel's true track.
  這一點非常重要，當目標與本船以相對航向接近時，本船自身輸入的資料(指艏向與航速的輸入)，即使誤差值很小，也可能會導致，一個對目標真航跡誤判的危險。
- The apparent precision of digital read-outs should be **treated with caution.**
  數位化的資料顯示(會造成非常精確的假象) ，所以應該**要小心處理**。
- **Be aware of** the possibility that small vessels, ice floes or other floating objects such as containers may not be detected.
  注意小型船隻，浮冰或者是其他的漂流物體，例如貨櫃，可能無法被雷達探測到。
- Echoes **may be obscured** by sea- or rain-clutter.
  目標回跡，**可能**被海浪和雨雪雜斑所覆蓋。
- The observer **must be aware** of the arcs of blind and shadow sectors on the display caused by masts and other on-board obstructions.
  觀測者必須注意盲區或遮蔽區域，因本船的桅杆或其他船上障礙物，在顯示幕上面，會造成無法探測及回跡強度減弱的情形
- ARPA/ATA which **requires adequate time** to produce accurate information suitable for assessing CPA / TCPA and determining appropriate manoeuvres.

ARPA **需要有適當的時間**測繪，才會取得正確的 CPA 與 TCPA 資料的計算，並且決定合適的避讓操作。

- Estimation of the target's true track **is only valid** up to the time of the last observation.
  對目標航向航速的估計，都只有準確到，最後觀測目標的時間。(所有目標未來的動向，都只是估計。)
- Electronic plotting will not detect any alteration of a target's course or speed immediately and therefore should also **be monitored constantly.**
  電子測繪裝置，並無法探測任何目標航向航速的**立即改變**，所以我們對目標，需要持續不斷的監測。
- The compass bearing, either visual or radar **should be used** to assess risk of collision.
  羅經方位，不管是從目測或是雷達取得，**都應該用**來評估，碰撞危機的有無
- The relative bearing of a target **should not be used** when own ship's course and/or speed alters, as risk of collision may still exist even where the relative bearing is changing.
  目標的相對方位，當本船的航向航速改變時，不應該用來判斷碰撞危機。因為碰撞危機可能仍然存在，即使相對方位正在改變。(這一點很重要，我們會在操船的藝術裡討論。)
- Mariners **should also be aware** that at close range, risk of collision may exist even with a changing compass bearing.
  當值船副**應該注意**，在近距離時，碰撞危機很可能存在，即使羅經方位正在改變。
- Watch-keepers should be aware that not all vessels transmit AIS data.
  自動識別系統（AIS, Automatic Identification System）SOLAS 要求航行於國際水域，總噸位在 300 以上之船舶，以及所有不論噸位大小的客船，均應安裝 AIS。由 AIS 所發出的訊息包括獨特的識別碼、船名、位置、航向、船速，可以顯示在 AIS 的螢幕或電子海圖上。但是當值船副必須注意，並不是所有裝置 AIS 的船隻，都有發送資料。
- It is possible that not all the AIS data displayed will be accurate,

particularly data which is inputted manually on the target vessel.
並不是所有 AIS 的資料顯示，都是正確。尤其是有些船隻，使用人工輸入的資料(所以有可能，沒有辦法立刻更新，或輸入錯誤的資料)。

- Radar should be used to complement visual observations in clear weather to assist assessment of whether risk of collision exists or is likely to develop.
  當晴朗的天氣時，雷達也應該用來補足視覺觀測，可以幫忙評估，是否有碰撞危機存在？或是可能發生碰撞。(由此可見，雷達觀測應該是補助目視能力，現在有了雷達觀測，愛之適足以害之，目視瞭望的能力，已經失去了？)
- Radar provides accurate determination of range enabling appropriate action to be taken in sufficient time to avoid collision, taking into account the manoeuvring capabilities of own ship.
  雷達提供正確的距離判斷，可以讓當值船副決定，本船是否有足夠的時間，採取合適的避讓行動，並決定最適當的避讓行動(錯；見第三章迴轉半徑的討論，本船是否有足夠的避讓時間與他船距離無關，與本船的碰撞距離 DTC 有關)
- By keeping themselves familiar with the process of systematic radar observations, and comparing the relationship between radar and electronically plotted information and the actual situation, watchkeepers will be able to deal rapidly and competently with the problems which may confront them in restricted visibility.
  應該讓當值船副，熟練有系統的雷達或 ARPA 觀測，並能比較雷達與實際海面上狀況的相互關係。在能見度受限制的情況下，當值船副才能夠迅速熟練的處理，他們可能遇到的問題。(晴天打傘，下雨不愁。)
- Radar if fitted should be operating at all times.
  如果船上有裝雷達，應該保持一直開啟。(有了雷達，誰還肯去做目視瞭望？船長應該隨時考核當值船副，是否有目視瞭望的能力)

- When weather conditions indicate that visibility may deteriorate, and at night when small craft or unlit obstructions such as ice are likely to be encountered, **both radars if fitted should be operating**, with one dedicated to anti-collision work.
  當天氣情況顯示，可能能見度會變差，或是在晚間很可能會遭遇到，小型船隻和黑暗的目標，例如浮冰，如果有裝置兩部雷達，**兩部都應該要保持操作**，其中一部，應該專用於避免碰撞的工作。
- **This is particularly important** when there is a likelihood of occasional fog banks, so that vessels can be detected before entering the fog.
  這一點非常重要，尤其是當可能遭遇到突發的霧區時，所以本船在進入霧區之前，就能夠即時偵測到他船的目標。(對平流霧與海煙的發生，要有相當的預測能力)
- Radars are designed for continuous operation and frequently switching them on and off could damage components.
  雷達的設計是提供連續性的操作，經常的開開關關，更容易造起其組件的故障。(那就永遠不要關，除非在港，長期不用或工人抗議)

僅僅是在這邊就有 22 個注意事項的通則，在配合各家廠商機型實際操作的注意事項，更是不知有多少注意事項。所以可以知道操作 ARPA，需要非常熟練的知識與程序，才能培養出適當的工作習慣，無論習慣多好，工作量也沒有減輕，這也是我們瞭望時，最大的工作負擔。

平行指標線的操作

下面我們介紹一些技巧，可以熟練處境感識，首先是平行指標:

- Parallel Index techniques provide the means of continuously monitoring a vessel's position in relation to a pre-determined passage plan, and would in some cases have helped to avoid groundings.
  平行指標的技巧，在預定的航行計畫裡，可以提供連續監測

船位的技術。在某些情況下，並且能夠幫助船隻避免擱淺。

- 平行指標線使用的方法是；先在海圖上取出平行指標值，然後在 ARPA 或雷達上，設定平行指標線。
  1. 在海圖上，取出本船航向，與岸上顯著目標的正橫距離，作為平行指標值 Parallel Index。
  2. 再轉動雷達顯示器上的電子方位線(EBL Electric Bearing Line)，保持與本船航向平行，如下圖中粉紅色的虛線，
  3. 然後將此 EBL 改成移動模式，並移動此線與岸上的顯著目標相切，這時平行指標線的設定，就已完成。
  4. 然後觀察雷達目標的回跡，是否在平行指標線上面的移動，以決定本船的船位，有沒有保持在原來的航線上。
  5. 若本船觀測到的目標回跡，正切進平行指標線裡面(回跡與平行指標線，交點越來越多)，本船與岸邊的正橫距離正在減少，表示本船正在接近岸邊
  6. 若是岸上的目標雷達回跡，正在離開平行指標線，表示本船正在遠離岸邊。(回跡與平行指標線無交點，間隙變大))
- 以前的雷達顯示器上，有數條相互平行的線條，可以配合轉動，以取得船位的確認，避免擱淺。平行指標線現已被 ARPA 上的電子游標線取代，故例圖只有顯示一條與岸邊相切的粉紅色虛線，代表平行指標線。如果在 ECDIS 上，或已經做過船位確認，本船現正在航線上航行，平行指標值的多少？並不重要。有了平行指標線，可以讓我們對船位橫移的趨勢，

本船是否正在遠離或接近岸邊，提供我們處境感識，如上述，良好的航路規劃，會將每段航線的平行指標值標示出來，現在紙海圖行將消失，而且大部分商船，都做不到標出平行指標值，只有軍艦上有可能。

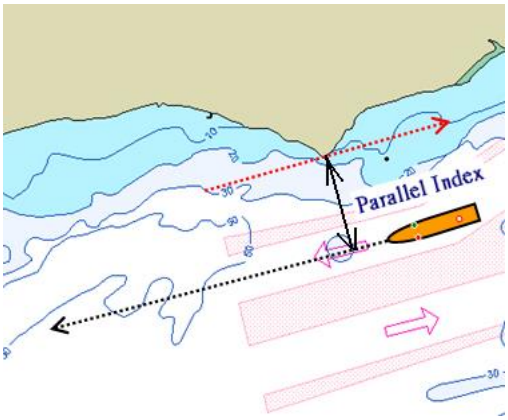

圖 5-5

- 也可以先取出平行指標值，再去確認本船的船位，以下是如何操作，
  1. 只要旋轉電子遊標線，保持與本船的航向度數相同，
  2. 然後 offset(設定離開本船的中心)到與任何最接近本船航線的目標相切，
     後續觀測目標回跡，是否切進平行指標線裡面，就知道船位的變化，是否有向岸邊靠近的趨勢，與靠近的比例是多少？(普通: 這是本船在避碰操作前的設定，以避免本船因為避碰而擱淺)
  3. 此時 可以由固定距離圈，估計平行指標值 PI 是多少，見下圖中，
  4. 由此估計得到的平行指標值 PI，回到海圖桌上，用分規兩腳的跨度，在緯度線上，取出在 ARPA 上估計的平行指標值，
  5. 保持分規兩腳的跨度，一角固定在回跡的最外緣，另一角畫弧線，與航線相切，
  6. 分規畫的弧線，與航線相切線段越長，表示本船位越接近陸地
  7. 分規畫的弧線，與航線不相切，表示本船位遠離陸地。
- 在避讓操作時，先設好平行指標線然後進行避碰操作，一邊觀測來船動態，一邊利用本船平行指標線，觀測岸上目標的接近趨勢，比較固定距離圈與平行指標線的正橫距離變化可

以對避碰的情勢，有一正確估計。對平行指標線的操作，不了解的讀者應該與船上的資深船副討論，並學習使用正確的方法。

- Care should be exercised when activating preset parallel index lines that the correct line(s) for the passage are being displayed.
  使用預設的平行指標線時，應該要小心顯示幕上的線條，是否就是本航次所預設的數值。
- On a relative motion compass-stabilised radar display, the echo of a fixed object will move across the display in a direction and

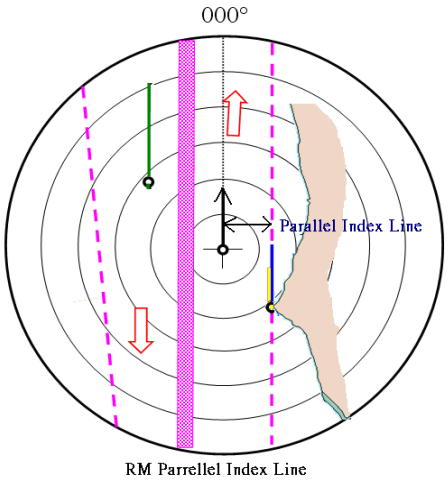

圖 5-6

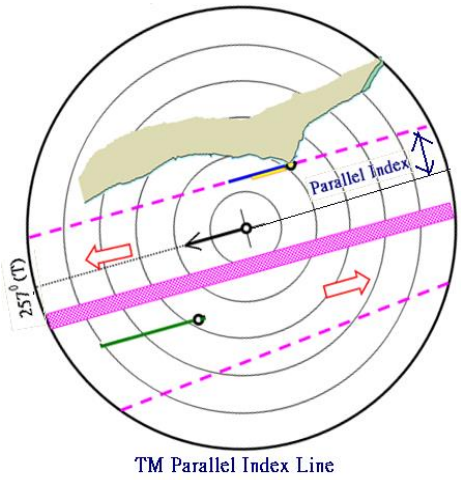

圖 5-7

at a speed which is the exact reciprocal of own ship's ground track: parallel indexing uses this principle of relative motion.
在相對運動顯示的雷達幕上，一個岸上目標的回跡，會沿著平行游標線後退，其方向與速度正是本船對地的航向航速的相反方向，平行游標線就是利用這種相對運動的原理。

- Parallel indexing on a true motion display. Being drawn parallel to the planned charted track and offset at the required passing distance off the selected fixed mark, the echo of the mark will move along the index line as long as the ship remains on track. Any displacement of the fixed mark's echo from the index line will indicate that the ship is off track, enabling corrective

action to be taken.
平行游標線，在真運動顯示幕上，先保持與預定航向平行，並取出選定的固定目標，與需要航線的正橫距離。這時固定目標的回跡，會沿著平行游標線移動。只要本船是保持在原來的航路上，岸上目標回跡，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，就指示船隻正離開原航線。需要採取適當的行動，以回到原航線，這時當值船副，就能夠立即決定，向甚麼方向修正流水 LEEWAY，不必再去定船位。

要評估碰撞危機，可以觀測目標的相對運動尾跡

- To assess risk of collision the relative motion of a target gives the clearest indication of CPA and may be monitored by observing either the direction of the target's relative trail, or the CPA predicted by the relative vector.
  要評估碰撞危機，目標的相對運動，可以最清晰的顯示它的最接近點 CPA，而且可以觀測目標的相對運動尾跡，來加以監測，或者是利用它相對運動的向量線，來預測它的 CPA。(電子方位線由中心出發，從本船指向目標來觀測相對運動)
- In coastal, estuarial and river waters where a significant set and drift may be experienced, a sea stabilised display will produce significant target trails from all fixed (stationary) objects possibly producing an unacceptably high level of clutter and masking.
  在近岸、海灣或者是河口位置，當潮流的流向流速非常大的時候，如果雷達使用對水的航向航速輸入，則所有的固定目標，在雷達螢幕上的顯示，都可能產生無法接受的雜班，或者是遮蔽。
- In such circumstances a ground stabilised display may reduce its effect and enable the observer to detect clearly the trails of moving targets, thus enhancing the observer's situational awareness.
  此時選用對地的航向航速輸入，可以減少固定目標所產生的這些效應，並且使得觀測者能夠清晰的偵測到，移動目標的

尾跡，進一步加強觀測者的處境感識。

- A ground stabilised target plot may accurately calculate the ground track of the target, but its heading may be significantly different from its track when experiencing set, drift or leeway.
  對地穩定目標的測繪可以準確地計算出目標的地面軌跡，但目標的船艏向經過風力水流等影響，可能與顯示的航跡顯著的不同。
- Similarly, a sea stabilised target plot may be inaccurate when own ship and the target, are experiencing different rates of set, drift or leeway.
  一個對水穩定的目標測繪(使用對水的航向航速輸入)，目標船如果受到與本船不同的潮流，流速或其他的風壓影響等，顯示的船艏向，很可能是不正確的。
- It should be noted that in determining a target's aspect by radar; the calculation of its true track is dependent on the choice and accuracy of the own ship's course and speed input.
  在利用雷達來決定他船，與本船的接近角度或其視角時，應該要注意目標的真實航路計算，依本船對地與對水航向航速輸入的不同或正確性，他船就會有不同的真航跡顯示。
- In a seaway a transmitting magnetic compass may not produce a sufficiently steady heading resulting in unreliable vectors.
  在航行中，磁羅經傳送的方位，可能無法提供一足夠穩定的船艏向，所以在 ARPA 的計算上，就可能產生不可靠的向量線。
- When the ARPA is in automatic acquisition mode, these Audible operational warnings and alarms should be used with caution, especially in the vicinity of small radar-inconspicuous targets.
  當 ARPA 在自動攫取的模式中，所產生的操作音響警示與警報，當附近有小型雷達或不顯著目標時，尤其應該要小心使用。(不能完全依賴警報器示警)

避碰規則第七條

(b)若裝雷達並能作業時,應予適當使用,包括長距程掃描,亦能及

早獲得碰撞危機之警告,並用雷達測繪或類似之系統設備,觀測已測出之目標。

(c)切勿依據不充分資料,尤其不充分之雷達資料,擅作假設。

避碰規則第七條(b)項的主要規定,假如裝有 ARPA 且功能正常時,**強制規定**,應該使用 ARPA 的適當設定,取代當值船副的人工測繪工作量。避碰規則第七條(c)說明不可依賴*不充分之雷達資料,擅作假設*。藉由所有可行的方法來交叉驗證,以決定碰撞危機的重要,可能的誤差源,就是不充分的雷達資料。

如同上述 ARPA 的可能誤差源,相信沒有人,能夠一看就會,這不是有預習,學習,複習就會,包括你用任何的學習理論去處理,這是困而知之,要不斷的在嘗試錯誤中,培養我們的直覺或慣性,才能在碰撞的強大壓力下,也不會倉促行動。

ARPA 的 3 分鐘自動測繪,CPA 誤差值不得大於 0.5 海浬

如果我們能夠過了前面這一關,ARPA 的資料還是不能信賴,請看;驗證 ARPA 的資料輸入與輸出,在 IMO 對 ARPA 的運算技術資料內,規定在兩船的相對速度為 20 節時,*經由 3 分鐘的自動測繪,CPA 的計算值誤差不得大於 0.5 海浬*。

換句話說 CPA 的計算誤差值,可能會有 0.5 海浬,而且我們還要接受它為合理的誤差值。當兩船的相對速度更高的時候,可能就會有更大的誤差值,這主要是來自本船航向航速感應器,輸入的誤差所造成,使用 ARPA 或雷達的回跡來計算,目標船的航向航速,不可避免的有種種限制(雷達回跡,也會有前面所提的花開效應),現在也可以使用 AIS 他船傳送的航向航速(不保證一定會正確),來做一個比較。3 分鐘對一條 20 節的船來說,可以前進一海浬,如果此船船長 285 公尺,一海浬將近 6.5 倍船長,這 3 分鐘之內,IMO 不保證 ARPA 提供的數據正確。過了 3 分鐘後,*計算值誤差不得大於 0.5 海浬*,數據可能只有一半的正確性,一海浬的計算,有半海浬的誤差,**這 3 分鐘,也就是 ARPA 測繪時間上的死穴。**就像前面提過,IMO 的盲區規定,與迴轉半徑的關係一樣,兩倍船長可能是我們操船時,空間上的死穴,

必須要銘記在心。

使用目標真方位的變化，來確認碰撞危機

避碰規則第七條

(d)在研判是否有碰撞危機存在時,應考慮下列各項:

(i) 如果駛近船舶之羅經方為無顯著改變時,碰撞危機應視為存在;

避碰規則第七條(d)項，告訴我們，可輕鬆的藉由羅經檢查目標真方位的變化，來確定碰撞危機。確認碰撞危機的重點，是在目標羅經方位的變化，是否能夠安全通過本船的船頭或船艉，以右側來船為例，是目標的羅經方位小於本船的真航向，通過船頭。以右側來船為例，是目標的羅經方位，大於本船的真航向加上 180 度，目標船能夠安全通過本船的船尾。*如果駛近船舶之羅經方為無顯著改變時,碰撞危機應視為存在。*

何謂無顯著改變？多少角度才是顯著改變?

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空間，兩倍船長 600 公尺做對邊，以他船的距離作斜邊，帶入直角三角形中，一個銳角的正弦定義，為它的對邊與斜邊的比值，來計算方位的變化：

SINθ(方位變化) = 600 公尺(他船兩倍船長)/ (1852 公尺 x ？海浬 (它船距離))

θ(方位變化) = SIN^{-1} 600 公尺(他船兩倍船長)/ (1852 公尺 x ？海浬 (它船距離))

1.5 度 = SIN^{-1} 600 m / (1852 m x 12 NM) (它船距離= 12 海浬，方位變化為 1.5 度)

3.0 度 = SIN^{-1} 600 m / (1852 m x 6 NM) (它船距離= 6 海浬，方位變化為 3.0 度)

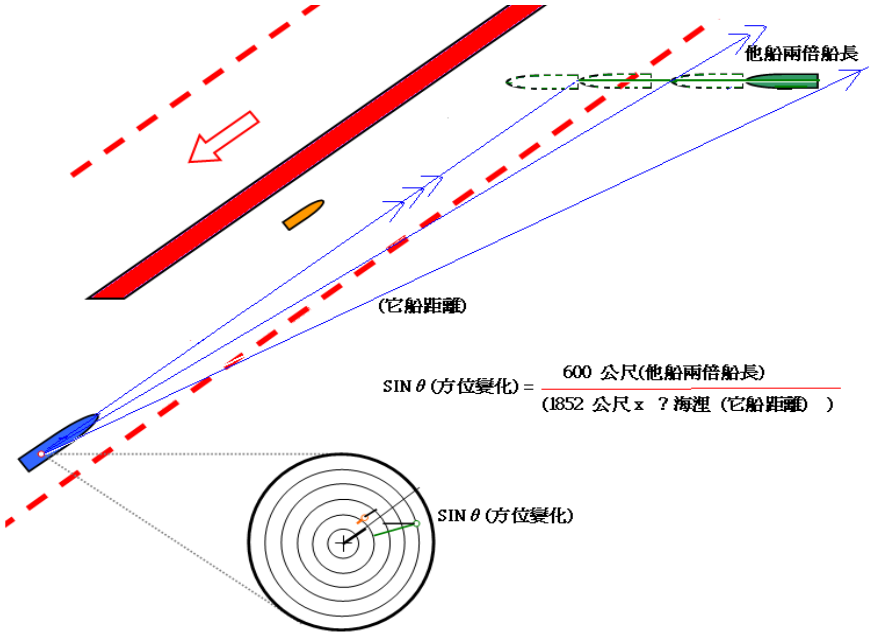

圖 5-8

4.6 度 = SIN^{-1} 600 m / (1852 m x 4 NM) (它船距離= 4 海浬，方位變化為 4.6 度)

6.2 度 = SIN^{-1} 600 m / (1852 m x 3 NM) (它船距離= 3 海浬，方位變化為 6.2 度)

9.3 度 = SIN^{-1} 600 m / (1852 m x 2 NM) (它船距離= 2 海浬，方位變化為 9.3 度)

19 度 = SIN^{-1} 600 m / (1852 m x 1 NM) (它船距離= 1 海浬，方位變化為 19 度)

由此可見，要有安全的通過距離(600 公尺)，**方位變化的角度與它船距離成反比。**

例如在 4 海浬時，需要 4.6 度方位的變化，去產生足夠的避碰距離 600 公尺，

在 2 海浬時，就需要 9.2 度，等於 4.6 度的兩倍。

這些簡單的計算，對我們有甚麼意義? 讓我們思考一下:

目標方位不變就會碰撞，目標方位改變夠大，就不會碰撞。在撞與不撞之間，一定有一個可以接受的距離，我們把它定義為兩倍船長，可以保持安全。各位如果數學還可以，看看上式，

就會知道，正確的對邊長度應該是少於我們的假定，除了他船航向與本船相差 90 度。所以我們計算的方位變化值，不一定正確，但是肯定較真正需要的方位變化值為大，也就是較為安全。

以後觀測**目標的羅經方位，當目標的距離在四海浬以外，而且方位變化有 4.6 度以上，幾乎可以確定，此一目標無碰撞危機。**當值船副就可以解除危機了。在 ARPA 上，對一個努力的船副，如果沒有確切的數值，支持他的決策，目標不多的時候，這還不成問題，他可以時時觀測確認，但是當海上目標眾多時，他可能永遠也不會熟練，養成熟練的直覺，只因為沒有這樣的知識與自我訓練。

現在再回頭來看看，避碰規則第 7 條*(i)項*的敘述：

如果駛近船舶之羅經方位無顯著改變時,碰撞危機應視為存在;

由以上的說明，我們可以想想，如果**一個目標在很遠的距離，就開始觀測他的方位**，如果到了距離 4 海浬時，目標方位沒有 5 度以上的變化，是不是可以確定，此目標有碰撞危機？

第一次的觀測距離是多遠？有沒有關係？會不會誤判？

如下圖，如果第二次觀測方位，皆是 040^0(T)，觀測距離為 4 海浬(每圈代表 0.5 海浬)。

則對粉紅色的目標，第一次觀測方位為 035 度，觀測距離為 4.5 海浬，CPA 將近 2.5 海浬。

對於紫色目標：第一次觀測方位為 045 度，觀測距離為 5.0 海浬，CPA 約為 1.7 海浬。

對於橘色目標：第一次觀測方位為 045 度，觀測距離為 6.0 海浬，CPA 約為 1.0 海浬。

對於藍色目標：第一次觀測方位為 045 度，觀測距離為 8.0 海浬，CPA 約為 0.6 海浬。

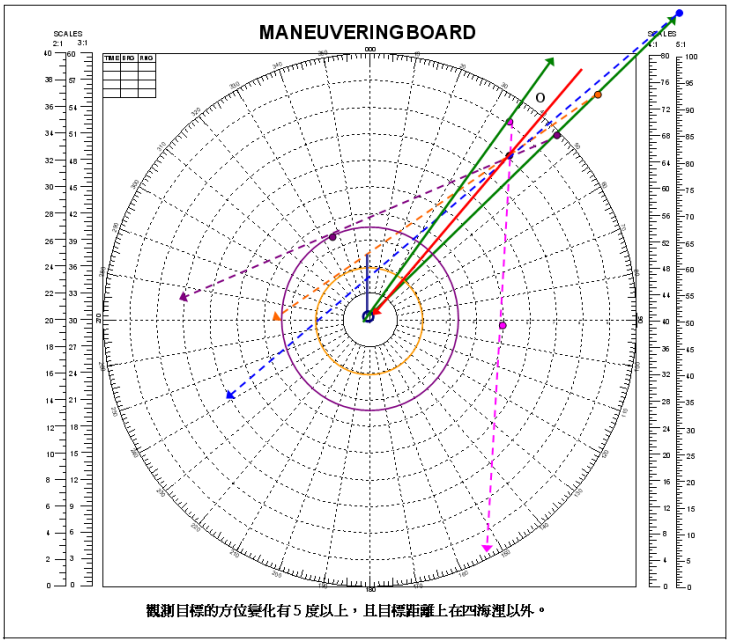

圖 5-9

由以上的說明，我們可以看出，如果第一次的觀測距離，與第二次的觀測距離相差越遠，雖然兩次觀測的方位變化相同，都是 5 度，但是則 CPA 的數值，就會變得越來越小。**長時間或長距離的方位變化緩慢，代表碰撞危機存在。**

如果是在 5 或 6 海浬做第一次觀測，且第二次觀測的距離在 4 海浬，相同的方位變化 5 度，則 CPA 都維持在一海浬以上。相同的，短時間或短距離的方位變化緩慢，也代表碰撞危機存在。

為了方便記憶，當值船副可以 **用 4 海浬與 6 海浬的觀測方位相比較，如果方位變化在 5 度以上，則表示 CPA 大約一海浬(橘色目標)。**

方位觀測不必目測，可以使用 ARPA 上的方位。如果用 3 海浬與 5 海浬的觀測方位相比較，如果方位變化在 5 度以上，則表示 CPA 是大於一海浬？還是小於一海浬？讀者可以在此作圖自行判斷。

觀測羅經方位以確認碰撞危機的天生限制

使用工作記憶:大部分的人，對記住 8 碼的電話號碼，常常

會感到困難。人們一般只能記住，一個目標的二到三組方位距離，以判斷碰撞危機。這個是當值船副，所應該具有的基本學能，糟糕的是，當班船副常常無法集中精神，記住連續的方位距離變化，以確認碰撞危機。因為**人的工作記憶，只有 7±2 個意元組**，最近的研究顯示，可能更少，只有 5±2 個意元組。這不是當值船副認不認真的問題，這是人類天生的限制，是不可抗力。可是我們大多數的人，對此限制都不了解，總是認為，經過多年的訓練與學習，我們就能夠增進自己的能力，使用目測的羅經方位，來判斷多條來往船隻的碰撞危機。事實上，這是不可能的，因為我們對人類的能力限制，瞭解不夠。

如果目標有兩三個的時候，一般都會採取雷達測繪，或是平行游標線，或是觀測他船相對運動的尾跡，來判斷碰撞危機。如果要使用目測的羅經方位來判斷時，只要超過一條目標船隻，對大多數的人，都是會感到困難。面對天生工作記憶的限制(5±2 個意元組)，我們應該培養正確的程序與慣性，以克服這種難題。

假如海上有三個目標物，我們只能暫時記住每個目標的第一個方位，現在的問題是，我們需要記住下二到三組新的方位，來和第一個目標方位比較其變化，以確定碰撞危機。一個謹慎的人，會拿出筆記本來紀錄三個目標物的初次方位距離，確立碰撞危機的評估。然而,這相當的耗時，我們可以說，藉由視覺讀取目標羅經方位並記憶,只限目標只有一個。若目標太多狀況下，就需要其他補助技巧了。IMO 已經看到這個需求，這也是強制規定裝設 ARPA 的目的：*所以他們能夠在多目標的情況下，執行他們的任務，就像他們能夠手動測繪單一目標一樣*。雖然是困難重重， ARPA 還是有其相當的價值，但是更重要的是，目視瞭望的能力。

他船無法由本船第一次觀測到的部位，但卻是最後碰撞的部位

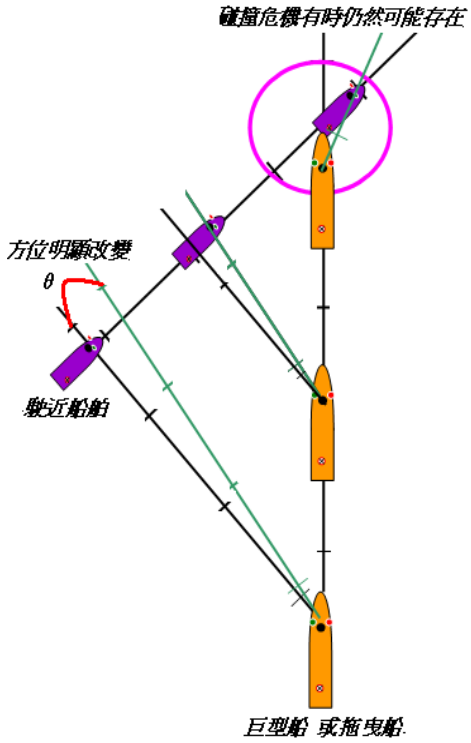

圖 5-10

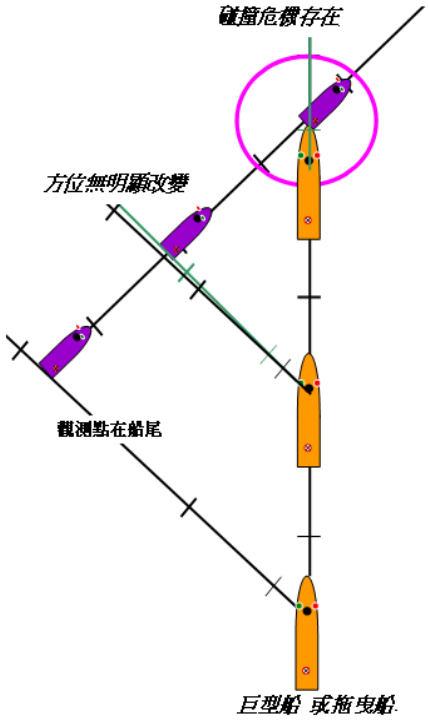

圖 5-11

(d)在研判是否有碰撞危機存在時,應考慮下列各項:

(ii)雖然駛近船舶之方位明顯改變,碰撞危機有時仍然可能存在,尤其當接近一巨型船 或拖曳船,或逼近另一船。

圖片說明：黑色線條為本船，巨型船或拖曳船(航向正北)，第一次觀測他船的方位為黑線，綠線為第二次觀測的方位。雖然觀測到的方位線有變化，但是碰撞危機有時仍然可能存在。這其中的誤差，應該是來自觀測位置的錯誤，如圖因為觀測點在船頭，船頭方位線有變化，所以船頭無碰撞危機，但不能保證船尾沒問題。如果觀測點在船尾，顯然船尾的方位線變化有限，碰撞危機並未解除，如左圖觀測他船的船頭部位，所得到的方位線，不準確不能用。

加上花開效應的考慮，如右圖，雖然觀測船尾時，第一次觀測與最後碰撞時，他船船艉的羅經方位，有少許的改變，但是船尾產生的花開效應，使得影像開始變大，本來觀測是來船

的右舷，碰撞部位卻變成來船船尾的左舷，所以即使羅經方位，已經有相當的改變，但是仍然發生碰撞。來船船尾的左舷，在第一次觀測時，是*無法由本船觀測到他的羅經方位，但卻是最後的碰撞部位，這就是花開效應最好的解釋*。

具備相當的目視技巧，可以用來確認碰撞風險

在船隻航行的時候，我們要能*取得最危險目標物的方位，和知道多目標視覺距離的能力*。假如為了避免碰撞，所有必要方位距離資料，皆需來自於雷達或 ARPA，航海員會依賴機器成慣性，無法產生直覺的感識(畫面: 圖像化，人的右腦，是快速腦)。使用雷達或者 ARPA 來避碰，當值船副也都傾向於，完全依賴電腦的片斷計算，失去思考能力，對關鍵數值沒有直覺或者是慣性(關鍵數值: 數位化，人的左腦，慢速腦)。例如本書不厭其煩的指出，每個當值船副都需要了解並記憶的，本船 7 倍船長的碰撞距離是多少(與其相對應需要的時間 TCPA 是多少)？以及上面提到觀測時，幾度的方位變化？在四海浬時，能夠讓我們確認碰撞危機。而不是對每一個目標，都只是依賴 ARPA 所計算的 CPA 與 TCPA 來做觀測，找出在 ARPA 顯示幕上最危險的目標。

受工作記憶的先天限制，卻無法記憶，個別目標的方位變化。如果有數個危險目標，同時出現，會演變成無法自行判斷；而只是輪流讀取它船的 CPA 與 TCPA 變化，不斷確認碰撞危機的變化。這樣的話，勢必要有一個專門的 ARPA 觀測者或是雷達觀測員，在駕駛台執行此一任務，而且此人必須具備足夠的操作經驗與相關知識。數位時代的直覺與慣性，是由數字來的，航海員必須具備對某些關鍵數值的了解，這樣才能培養其數位時代的直覺與慣性。數位化是人的左腦，是慢速腦，受到*人的工作記憶限制，只有 7±2 個意元組*。

事實上，現行的海事教育，是無法提供足夠的訓練，給在校的學生相關的操作經驗與判斷。即使延長在船的實習時間，也沒辦法保證船上能提供給新進船副，足夠的訓練，養成他的技能。不管是有心或是無意，我們都必須知道，技能的養成是

如何形成的，才能在不同的環境，自力成長。船長有時候，得不到一個專門的 ARPA 或是雷達觀測員，可以提供資料來協助他的操船，必須獨力完成所有的駕駛台瞭望與避碰的責任。這時如果船長，**具備相當的目視技巧，可以用來確認碰撞風險**，將會是很大的幫助。這是數百年航海時代，留下來的知識與經驗，現在大家都不做討論，也無法了解其用途，COLREG 國際避碰規則，也是把它當作必然會的技能，事實上，這些技能正在失傳。更多的船副，不能了解第五條 瞭望如何做？要看甚麼？要聽甚麼？把這一條規則視為歷史的殘留，應該割掉的尾巴。

每一船在任何時候都應使用視覺、聽覺以及適合當時環境和情況的一切可用手段，保持正規的瞭望，以便對當前局面和碰撞危險作出充分的估計。

假如航海員能練成目視的技巧，來確認碰撞風險,再經過長年累積的海上經驗,這一些經驗將成為個人的直覺(對危險目標的第六感)。從第一章我們知道，**直覺來自於經驗，經驗來自於練習，練習來自於知識與理性的分析思考**。接下來，我們將介紹這些目視的知識。

避碰規則第七條,避碰危機

(d)在研判是否有碰撞危機存在時,應考慮下列各項:

(i)如果駛近船舶之羅經方位無顯著改變時,碰撞危機應視為存在;

(ii)雖然駛近船舶之方位明顯改變,碰撞危機有時仍然可能存在,尤其當接近一巨型船或拖曳船,或逼近另一船。

方位無顯著改變時的碰撞危機

針對(d)項第 1 點，*如果駛近船舶之羅經方位無顯著改變時,碰撞危機應視為存在;*

方位無顯著改變時的碰撞危機，這以前是直覺的東西，經過我們用理性分析，已經把它量化成：

(1) **，如果目標方位變化 5 度以上，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。

(2) 一個遠距離就開始觀測的目標，**如果到了距離 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。

(3) **用 4 海浬與 6 海浬的觀測方位相比較，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 DTC 碰撞距離下(7 倍船長的前進距離)，避碰的底線是 24 度的轉向角度。***

由此四點再去培養我們的處境感識，有了知識，才會有比較。有了比較，才會有慣性。有了慣性，才會有直覺，才能成功。

使用來船的相對方位變化，以確認碰撞危機。

針對(d)項第 2 點，*(ii)雖然駛近船舶之方位明顯改變,碰撞危機有時仍然可能存在,尤其當接近一巨型船或拖曳船,或逼近另一船。*

使用真方位改變(TB True Bearing)，在避碰規則裡，是最好的碰撞危機指示。但是它的缺點是，目標船的真方位經常在改變，而且由於人類工作記憶的限制，只能有效的觀測，一條來船的方位變化(真方位的數字變化，是慢速腦在作用，永遠受到工作記憶的容量限制)。我們要介紹另一種觀測來船方位變化的方法，那就是使用來船的相對方位變化，以確認碰撞危機。

使用相對方位的變化，來觀測來船最大的好處是，**保持對目標的連續觀測**(不論是方位，還是距離)，**就是我們**可以悠遊於情況多變，海象複雜，航路幅湊**的秘訣**，都會在本章一一介紹。

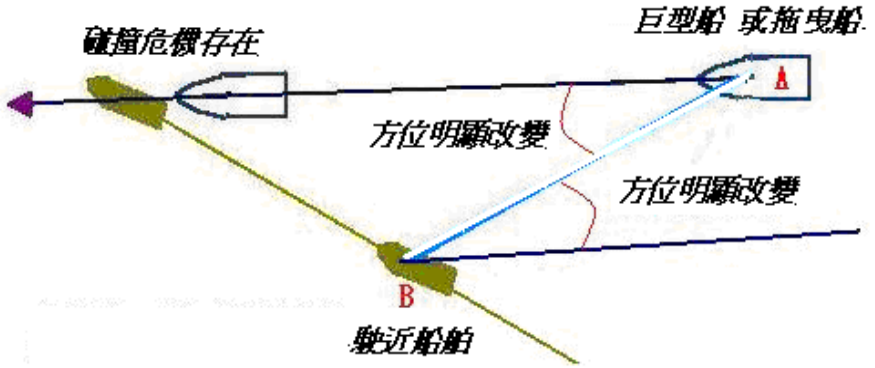

圖 5-12

另一個好處是，不受場地與儀器的限制，可以在駕駛台的任何位置，做出一正確的判斷，而不需要站在雷達或 ARPA 的前面操作軌跡球和滑鼠，去取得他船的 CPA，而中斷了對目標的連續觀測，尤其是在面對眾多的小型魚船和雷達目標(如海釣船，魷魚船等)，我們很容易混淆了，有碰撞危險的船隻，因為目標的數量眾多，而且外觀類似。更重要的是，與目測他船距離的能力相結合，成為我們處境感識的一部份，乃至於直覺發現、識別與預測能力，培養我們的專業能力。

當本船保持穩定的航向時，相對方位與真方位的換算如下：
=> 相對方位= 真方位 ± 艏向 => RB=TB ± HEADING

由上圖可見，雖然 A 輪(*巨型或拖曳船*)與 B 輪(小型船)的方位，都有明顯改變，但是因為距離很近，所以仍然有碰撞危機的存在。以 A 輪看 B 輪的方位(真方位)來說，大約是方位增加 20 度(由 250 度(T)增加到 270 度(T))。B 輪看 A 輪的方位變化，也是增加 20 度。還記得**避碰的底線**嗎？*不論任何船隻，在最小 DTC 碰撞距離下(7 倍船長前進距離)，避碰的底線是 24 度的轉向角度。*本例相對方位變化少於 24 度，故發生碰撞。細心的讀者，可以量一量本例中，A 輪前進了幾倍船長?

=> 相對方位變化量 = 真方位變化量 ± 艏向 => RB”=TB” ± HEADING

如果 A 輪以穩定的船首向前進，則由上式可以推導出

=> 相對方位變化量 = 真方位變化量 ~~± 艏向~~ => RB”=TB” ~~± HEADING~~

=> 相對方位變化量 = 真方位變化量

假如艏向穩定(當艏向不變),TB 和 RB 改變的度數是一致的,(亦 RB 改變量=TB 改變量),真方位改變是從電羅經讀數驗證。當本船保持穩定的航向時，相對方位(RB)的變化量，可以使用甲板參考點的設定，來觀察其變化量，達成避碰的目的。

真方位的變化，是經由讀取羅經方位來確認。相對方位的變化，是使用目視的技巧，幫助我們確認。任何來船方位的變

化，都需要一個起始點去做比較。真方位變化的起始點，是第一次觀測時的羅經盤讀數(方位)，這時觀測者的任務，是記憶這組數字。相對方位變化的起始點，可以從船上甲板的顯著目標，取出來做比較，這時觀測者的任務，是記憶這組顯著目標的圖像。

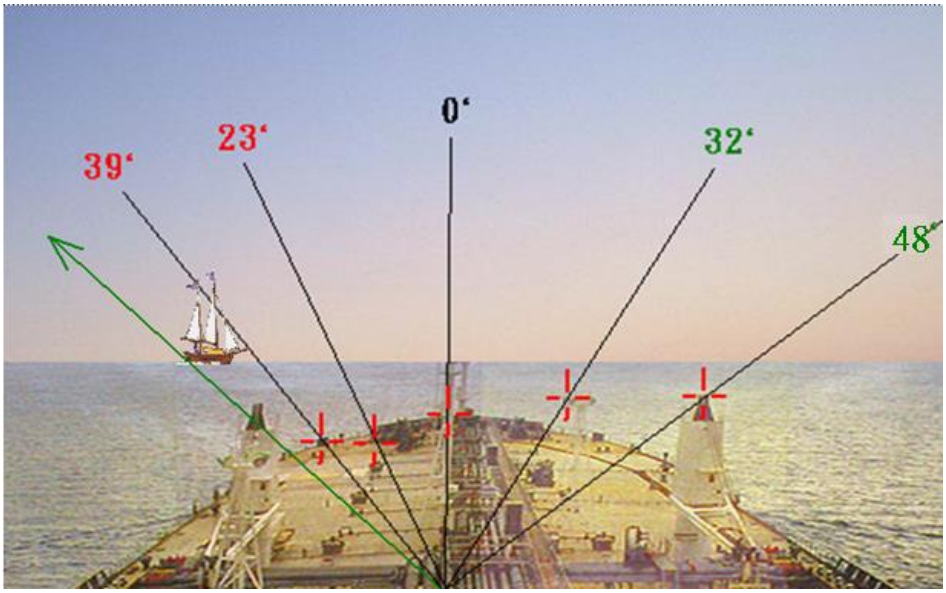

圖 5-13

1. 顯著目標的圖像記憶

如上圖 5-13 所示，為一沒有甲板貨物的油輪，但是船上甲板的裝置，可以提供相對方位的參考，如果觀測者站在駕駛台船舯的位置，

觀測前桅杆的相對方位為 0 度、
觀測右舷吊桿頂的相對方位為 48 度、
觀測右舷船頭支柱的相對方位為 32 度。

它們在船上的位置，是永遠固定不變的。這時我們可以從船舯的羅經複述器，讀取他們的相對方位。或是找一個比較顯著的點，如左舷甲板的黑點(可能為船頭帶拖船的纜樁)，讀出它的相對方位為 39 度。知道這些參考點的相對方位以後，如果我們站立的位置，是在船舯的羅經複述器後面，那麼來船的相對

方位，就可以做一個大約的估計，而不必去實際讀取羅經複述器上面的方位數值。這是我們第一次，不必為來船的方位，而去低頭讀取它的羅經方位，就能做一個大概的估計。這聽起來似乎沒有什麼大用，但是以後我們會提到其他的應用，如 Sector of No Care (非關緊要區)時，就會知道他的好處。

圖上帆船船艉的方位約為 52 度，因為它的相對方位線，已經超過左舷甲板的黑點 39 度，與左舷吊桿頂方位的 48 度(沒經驗的人，可以參見右舷吊桿頂的方位)，現在既然超過 48 度，大約就是 52 度。而且這一次，我們已經學聰明了，直接觀測來船的船尾方向，以確認他船的方位變化。

2. 如何建立目標方位線

我們都知道兩點決定一直線。建立任何一條相對方位線，如果使用目測時，它的起始點都是我們的眼睛，另外一點就是目標所在的位置，由此兩點決定此一方位線。我們習慣在羅經複述器讀取方位，已經忘記我們要取的是方位線，不是方位數字。上一節，我們利用羅經複述器的中點做起始點，甲板上參考點做方位線的第二點，來確認甲板上參考點的相對方位。使用目視決定目標方位線時，我們要以眼睛為起始點，看到的目標做第二點(如上圖帆船的船艉)，由此兩點決定目標方位線。

目標方位線的起點的位置，應該在任何兩次觀測時，都要保持不變，才能夠確立目標方位有沒有變化？如下圖所示，觀測者的起點位置(初次觀測)，並不在船舯。這一點，可由船桅兩邊的貨櫃，幅合的方向對不對稱而確認(也可觀測船頭是不是在遠方運河的中間得知)。這是對讀者而言，真正的船艏向位置，對船上的實際觀測者，應該不至於困難，因為觀測者自己知道，自己在駕駛台所站立的位置，是不是在船舯。觀念是，方位線的起點在駕駛臺哪裡並不重要，重要的是，要記得目標方位線的起點位置，以便日後比較。

3. 設定甲板上的方位參考點

除了你獨立當班的時候，在駕駛台，你瞭望的位置，常常

不在船的前後中心線上，通常是船長或領港站在那個位置上，因為他們承擔的安全責任，遠多於當值船副。使用視覺觀測目標方位線的好處是，**起始點可以在駕駛台任何位置，通常就是我們第一次發現目標時，在駕駛台所站立的位置，**目標方位線的起點的位置，應該在任何兩次觀測時，都要保持不變。這是一個可以立即就位的位置，而不需要緊張兮兮的跑到船舯，去搶船長領港的位置，才能觀測它船的方位。目標方位線的**第二點就是目標，由此兩點建立起始目標方位線。**

起始目標方位線建立以後，問題又來了，目標是在持續運動狀態，我們需要將起始目標方位線凍結在一個固定的方位，才能夠做後續的觀測。怎麼凍結? 就是要建立目標方位線的參考點，用來後續觀測目標的方位變化。

建立目標方位線的參考點，以貨物經常變動的貨櫃船來說，觀測者應該在任何兩次觀測時，都要保持在駕駛台站立位置的不變，以凍結目標方位線的起點的位置(左圖黑色點是起始點)。以甲板上貨櫃的外型、顏色、邊緣等，當作凍結起始目標方位線的參考點。以上圖舉例，岸上目標物(亮黃色) 在左舷最外緣暗紅色櫃子後面，與綠色櫃子交接處的延伸線上，或是暗紅色櫃子前面左上角的櫃角，我們把它標上紫紅色的點，作為目標方位線的參考點。甲板上的方位參考點，可以是船舯的藍色點，介於暗紅色與藍色貨櫃之交接點，或是前桅右邊的端點，使用天藍色代表。

圖 5-14

圖 5-15

如同上面的例子，”沒有甲板貨物的油輪”，甲板上的曦裝的位置，可以提供目標方位線的參考。**目標方位線的使用**，重點是觀測者不必使用船舯羅經複述器，來做我們的起始點，或利用船舯羅經複述器，來讀取方位數字。**站在任何位置，都可以建立目標方位線，立刻執行瞭望的任務，隨時能夠進入狀況。**

4. 如何建立目標方位線上的方位參考點

實際上的操作是，在駕駛台站立的位置觀測目標後，從我們的眼睛與目標建立的連線，向本船方向後退，往甲板上找尋可供記憶的參考點，也就是從目標往回找參考點。有些鮮豔顏色,櫃子間隙或前後緣高低位置的特色，讓目標物的方位有了視覺上印象，讓圖像記憶的右腦開始作用，藉者把單調的數字，改為連續的口訣，”橘色後緣內側綠色”，讓後續的確認更為容易。這些圖像記憶比電羅經的數位讀數更穩定，腦袋對視覺資料處理，會激發腦細胞更快速的感應，把目標與參考點的影像，做一個結合。從另一個觀點來看,視覺資料通常會優於數位的記憶，阿拉伯數字只有十位，且與其他資料的重複性太高。以上面圖中的追越船為例，其原始目標線的方位參考點，我們可以取，第一 BAY 白色貨櫃與艙蓋的交接處，或著是後面櫃池(BAY)上，高處的紅色貨櫃與藍色貨櫃的交接線為參考點，圖例上取得是後者(藍點)。

5. 觀測目標船的方位變化

要觀測目標船的方位變化時，有兩種作法:

1. 先重建第一次的目標方位線，比較目標方位變化。作法如下:我們要回到第一次觀測，在駕駛台所站立的位置(保持起始點不變)，由此位置去尋找第一次目標方位線的參考點，也就是我們圖像記憶的參考點。由駕駛台站立位置(也就是目標方位線的近點)，我們的眼睛往外去尋找，相對方位線的另外一個遠點(方位參考點)，這是由內往外觀測，與第一次在取參考點時，是由外向內尋找不同，再從這條重建的第一次觀測的目標方位線，去觀測目標的方位變化，在右上圖中，我們可以看到，他船已經在啟始目標方位線的左邊，也

就是從原來我們船頭的位置，駛往我們原來航向的左邊去了。

2. 或是: 先建立第二次目標方位線，回頭尋找方位參考點，比較參考點方位變化。依循同樣的觀測方法，也就是先建立目標方位線的近點，再以現在觀測到的目標為遠點，建立起第二次目標方位線。再從第二次的目標方位線，往回尋找第一次目標方位線的參考點。如果目標的相對方位有改變，則第二次觀測時，當值船副從第二次觀測的目標方位線往回尋找時，就會發現第一次建立的參考點，是不是在新的目標方位線上。比較第二次觀測的目標方位線，與第一次所建立的參考點的位移，就可以看出他船的相對方位變化，是往左？還是往右？相對方位變化的角度是變大？還是變小？

這兩種方法，哪一種比較好?讀者可以自己想一想。

在兩次觀測期間，當值船副不必一直站在同一位置，等待下一次的觀測，當值船副必須要記得第一次觀測時，他所站立的位置，才可以避免因為相對方位線的近點不同，而引起的視差。此時當值船副，可以去兼顧其他的駕駛台工作(例如讀取雷達和 ARPA 的數位資料，VHF 的聯絡報到，海圖定位等)，避免人力的浪費。如果觀測人是船長時，好處更多，以後再說。

在這個例子中，之所以要指出船艏向的位置，是為了做相對方位的比較。實際上的運用，船艏向跟我們在駕駛台對應的是哪一點，才是我們的真航向，並不重要。重要的是，我們**每次觀測時，都要回到第一次觀測所站立的位置**，這樣我們就可以集中注意力，在新的目標方位線與第一次觀測時，所取得的參考點，作一比較。上左圖中，真正的船艏向，就是對著運河中線，我們所尾隨的船隻，所在的船位，如果也在運河的中線，此時他的相對方位為零(RB=0)。目標的方位變化，需要在船上的甲板，找出一個參考點(藍點，介於暗紅色與藍色貨櫃之交接點)，以便接下來觀測目標的方位變化。第二次觀測時，上右圖，目標已經不在原來的方位線上，而是在原來目標方位線的左側，相對方位變大(RB > 0)。追越船隻的方位變化，我們要警覺

的，是目標船離開本船的航線，還是本船離開了原來的航線。在此例中，是目標船離開了本船的航線，在河道的左邊擱淺。如果我們在第一次觀測目標時，有建立方位參考點，是不是對情況的判斷，就會快速很多。讀者現在可以試著，使用目視判斷一下，你的處境感識，是否有所提升了。

目標方位線變化的探討

想像*“如果駛近船舶之羅經方位，無顯著改變時，碰撞危機應視為存在”*碰撞危機的解除，必須是羅經方位有明顯改變，為**了避免目標方位線的視覺誤差，每次觀測時，維持在相同近點位置，是最重要的**。第二次觀測目標時，眼睛要低下來確認，第一次甲板參考點的位置，有沒有變化。假如目標物方位有改變，第二次觀測目標方位線上(上右圖，紅色線紅點)，會找不到原來的參考點(藍點)。在上面的右圖中，目標物方位向左側移動，目標物的相對方位變大，代表目標可能通過我們船艉(或是目標會最終消失在我們的船艉方向，船艉的相對方位為 180 度，相對方位變大是相對方位趨近於 180 度)。

同樣的道理，我們可以想像，如果右圖紅線的紅點，是我們第一次觀測的方位線與方位參考點，左圖為第二次觀測的相對方位線(紅線藍點)與方位參考點，從右圖到左圖相對方位在減小為零，這時我們可以說，他船會通過本船的船頭位置(船頭的相對方位為 0 度，相對方位變小是相對方位趨近於 0 度)。由此可知，一條很重要的定律:

=>目標相對方位變大，目標物可能通過船艉
=>目標相對方位變小，目標物可能通過船頭

這是本節最重要的結論。但是變大是變多少？變小是小多少？似乎又進入了一個模糊地帶。這時我們可以再回顧，以前我們用真方位所建立起的一些量化指標。

- 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。
- 一個遠距離就開始觀測的目標，如果到了距離 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。

- 用 4 海浬與 6 海浬的觀測方位相比較，如果方位變化在 5 度以上，則表示 CPA 大於一海浬。
- ***不論任何船隻，在最小 DTC 碰撞距離下(7 倍船長前進距離)，避碰的底線是需要 24 度的轉向角度。***

這些量化指標本來只是單純的數字記憶(5 度以上，距離 4 海浬，***24 度的轉向角度)***，聰明的船副現在可以，在甲板上找到相關的參考片段，予以記憶標註，以便日後比較。以下圖為例，5 度相對方位的角度，可以化為前桅杆操舵燈橫衍的長度，做一比較刻度，像此處我們挖起前桅的片段(白色線段:代表相對方位 5 度的夾角)，去比較他船方位變化(紅色線段: 與白色線段相同，代表相對方位 5 度的夾角)，雖然沒有實際測量羅經方位，但是我們已經篤定此船的方位變化，絕對大於 5 度。配合上面真方位的四個量化指標，目標方位有沒有 5 度以上的變化? 目標的 5 度方位變化，現在

可以目視判斷了。還有一個量化指標是: 目標距離 4 海浬，後續討論。

目標方位線不變

當目標方位線維持在參考點上(RB 不變)或微量移動,此時碰撞危機應視為存在。(RB=TB±HEADING 當船隻的船首穩定不變, 相對方位的變化量等於真方位的變化量。)

當海況不良時，船頭會隨著波浪左右擺動，這時目標方位線的觀測，就很可能會因艏向不穩定而失真。因為船艏向的不穩定，在實際運用時，觀測他船的方位變化，必須本船保持原航向航速。這不是目測方位的缺點，即使是在雷達和 ARPA 上，也是會有同樣的限制。*所以在避讓操船的時候，最好使用手操舵*，以保持航向的穩定，並能立即觀測它船相對方位的變化，

並且進一步避免小角度的連續轉向，造成它船誤判本船的行動。**即使本船因避碰而轉向，本船也應該立即穩定在新航向上**，以便進入新一輪碰撞危機的目測研判。

圖 5-16

相對方位的改變，不可以拿來研判碰撞危機

有一個錯誤的觀念"相對方位改變，不可以拿來做為碰撞危機研判的根據"，應該改成"相對方位改變，**在特定條件上**，可以拿來做為碰撞危機研判的根據"。

由下圖顯示，當本輪(A 船)轉向的時候，雖然他船(B 船)的相對方位正在減少，但是並不能保證，不會碰撞。

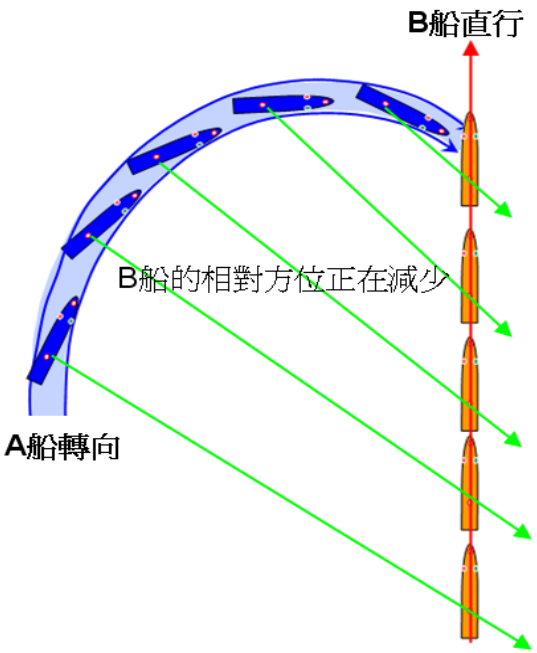

圖 5-17

在右圖顯示，本輪(A 船)轉向的時候，他船 B 船的相對方位，同樣正在減少，卻沒有碰撞危機。差別是他船 B 船在本輪 A 船的迴旋曲線外。不管 B 船是在 A 船的迴旋曲線內(如左圖)，或者是在 A 船的迴旋曲線外(如右圖)，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)，所以直行的 B 船，可以很合理的懷疑，A 船有可能有碰撞危機，**結論是直行的 B 船不會誤判，正在轉向的 A 船才會誤判**。上面的觀測相對方位變化的結論，應該再改成"相對方位改變，**對轉向船來說**，不可以拿來做為碰撞危機研判的根據"，如果把迴轉半徑考慮進去(六倍船長)，我們可以說，除了本船正在轉向，無法確立目標方位線與甲板參考點時，無法目測。其他時候，卻因為這種錯誤觀念，放棄了相對方位的目測，真是愚不可及。

同樣的，由右圖可見，儘管 A 船持續的轉向，但是**碰撞危機並沒有解除，直到 A 船艏向，指到本船的船艉，A 船的接近方位，才會有顯著改變。**

近距離的避讓

另外在近距離的避讓時，我們也需要考慮花開效應。直行 B 船的相對方位，對 A 船來說是有變化，但並不能保證

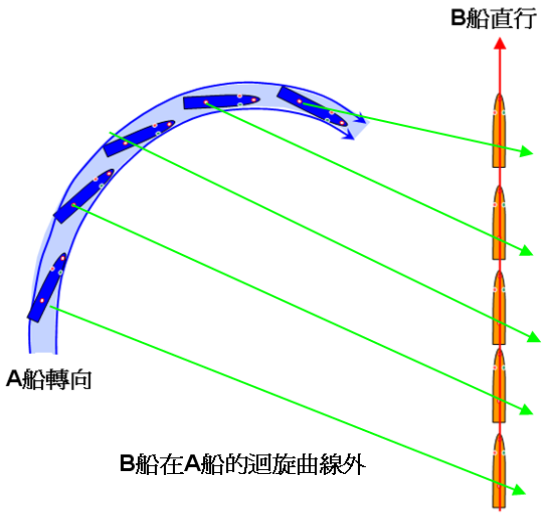

圖 5-18

沒有碰撞危機。**任何船隻在避讓它船時，都應該要檢查，本船的迴旋半徑，夠不夠 7 倍本船的船長？**如果不夠，基本上，就是無法以單純的轉向來避讓，要注意兩船的實際距離與花開效應。

如果我們還原 A 船與 B 船的原始距離與方位，並保持原航向航速，A 船與 B 船還是可能發生碰撞。現在 B 船是違反了兩項操作標準：第一是在迴轉半徑不夠的情況下，單純的用舵避讓他船，第二是向他船所在的方向轉向，顯然是不合理的操作。B 船如果有碰撞的顧慮，應該向 A 船(他船)的相反方向(左舷)轉向，因為右舷的船隻距離太近。

- 近距離的避碰，應該選擇增加他船的相對方位，讓他船通過本船船艉。
- 遠距離的避碰，應該選擇減少他船的相對方位，讓他船通過本船船頭。

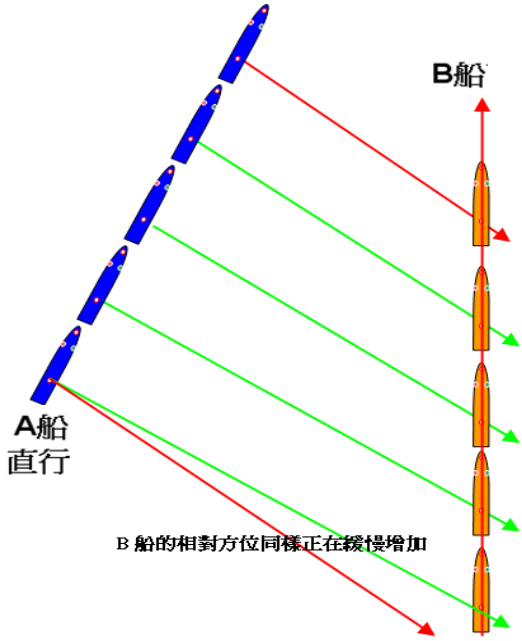

圖 5-19

問題又來了，甚麼距離是近? 甚麼距離是遠? 抬頭看一下，就知道了。

學習目標方位線的技巧，來評估碰撞風險

對一條航向穩定的船隻來說，如果**目標是在本船的迴旋半徑之外，目標方位線的改變，可以用來評估碰撞的風險。**船隻迴旋半徑是因船長不同而改變，一般來說，七倍船長的碰撞距離 DTC，就足夠達到實際避讓行動的需求。因為七倍船長的碰撞距離，就足以提供適當的迴轉半徑，來避免碰撞。當值海員應該知道，本船 7 倍船長的前進距離是多少? 以便能夠決定，何時可以使用目標方位線的技巧，來評估碰撞風險。

如何培養利用目標方位線，來幫助避碰的技巧? 最好是當你還是實習生時，就要開始練習。因為你是見習生，當你站在駕駛台不動，望著窗外的目標，而沒有去讀取羅經複述器上的方位，或是使用雷達顯示器上的目標方位觀測時，不會有人來干涉你。你可以學習，經由適當的甲板參考點設定，

- 是否能判斷出目標方位線是往船頭移動？還是往船艉移動？
- 是否目標方位線往參考點的船頭方向移動，他船就能安全通過本船的船頭？
- 又是否一條向參考點後方移動的目標，能夠通過船艉？
- 如果相對方位線停留在參考點的附近，本船是否就有碰撞的危險？

多試幾次，你將會明瞭與掌握這項技巧。

現在你將會了解，為什麼瞭望的乙級船員，趴在駕駛台的窗沿上，卻能夠正確的掌握，窗外他船的航行動態，還能跟你討論，他船是否會通過船頭？或是船尾？原因就是，他會使用目標方位線，協助他的判斷。這是傳統，可惜禮失求之野一般船副船長，已經不會用目標方位線。前面我們討論了這麼多，大家都很累，老船員沒研究過避碰，結果他也會用，就像台灣話說的，豬不肥肥到狗。

假如你已是位當值船副，本於避碰規則的要求，你必須使用所有可行的方式，協助確認碰撞危機，所以要選擇適當的場合，加以練習判斷目標方位線的技巧。在你得到機會練習前，確認來船的 ARPA 資料，仍然是你的法定責任。事實上，一個當值船副在駕駛台上，會有更多其他的事，你必須負責。基本上，在做其他事情時(確認真方位,用 VHF 溝通,定位,換海圖,操俥鐘或其他)，你不能忘記初次觀測，在駕駛台站立的位置(觀測與確認目標方位線變化的起點)，和你甲板上抓取參考點的圖像記憶(可以用文字描述，協助記憶，如橘色後緣內側綠色，甚麼口訣? 橘色? 綠色? 這是貨櫃顏色啦)，能記住這兩點，你的觀測才會有效。記不住，那就破功啦。完成其他事情後，回到你原本站的位置，利用新的目標方位線與舊的甲板參考點，觀測目標方位線移動的趨勢，往參考點的前面或後面移動？目標方位改變的結果，和你在 ARPA 上抓到的預測，是否一樣?

確認最危險的目標物

當航行在繁忙水域裡，會有許多處於碰撞風險的船隻。要確認哪個是最危險的目標物? 如前面的說明，即使 ARPA 也有許多操作上的限制，與數不盡的注意事項。當航行船隻在行進中，而且有碰撞風險時，我們要試著定義，**最危險目標為碰撞距離最少的目標，因為本船可以操作的空間與時間最少。**碰撞距離 DTC 和碰撞時間 TTC 有著密切的關聯,不同碰撞距離 DTC 的數條船，其中有一個目標 DTC 碰撞距離最小，碰撞時間 TTC 就最短，就是最危險的目標。碰撞時間 TTC 越短越危險，因為會最早撞上，反應時間最短，最小碰撞距離 DTC 的目標，也將是第一個會碰撞的目標。再一次，DTC 又成為我們討論的焦點。

在相同 DTC 碰撞距離(1.8 海浬)的數條船隻中，被追越船、迎艏正遇船、橫越船等，碰撞時間 TTC 完全相同。在幾個同時具有相同碰撞距離 DTC 的風險裡，應該同時處理，不論是迎艏正遇船、橫越船或追越船。以上面的圖來說，本船在三條船的中間，最好是 30-60 度大角度向右轉避讓，此時橫越船與追越船，也很可能會 30-60 度大角度右轉，但這是以後的事，至少

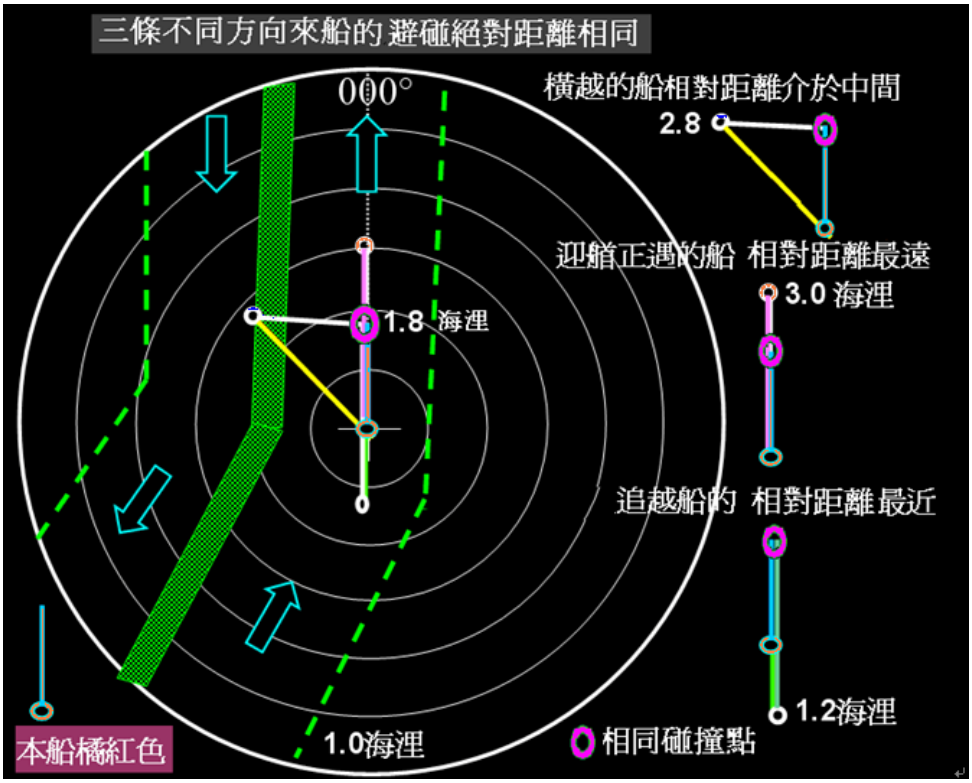

圖 5-20

迎艏正遇船的碰撞危機解除了，而且船艏向一向右轉，代表可能的碰撞區域 POC，也跟著轉移到右舷，右舷正好是船隻最少的區域。如果橫越船與追越船，還有新的碰撞危機產生，本船也已經爭取到更多的時間。各位船長大大，看到這裡，可能會開始罵，浪費時間，本書是以配合人腦的運作為主，緊張的時候，大腦的能力會被壓縮，再簡單的事，都會被各式各樣的感覺淹沒。

船上習慣對迎艏正遇船，早在兩船距離四到六海浬遠之前，就採取避碰措施。在追越它船的例子裡，我們習慣要在兩船距離一至兩海浬時，才要採取行動；尤其是追越船，幾乎會因為等待避讓的時間太久(很多時候這些人，都是一邊等一邊聊天，而忘記碰撞風險的存在，或是忽略前面船的艉燈的存在而碰撞)。對橫越船，一般也是兩船距離四到六海浬時，採取避碰

措施。總結這些習慣，就是相同碰撞距離 DTC 的概念，只是以前沒有人討論過。現在讓我們看看，最難掌握避碰時機與轉向角度的，永遠都是橫越船隻。

橫越船的碰撞風險

碰撞危機以數學式來表示，是由兩條船的速度向量所決定的。由碰撞的定義: 兩個目標在同一時間通過同一空間。這個速度向量的長度，可以用六分鐘為計算的基礎，或是三分鐘；9 分鐘等。重點是，所有船隻都要使用同樣的時間間隔來做計算。在下列圖形中，本船與其他三條船都具有相同的船速，同時到達 C 點，都有碰撞危機。以 C 點為碰撞點，可以看得出來，紅色船藍色船與黑色船，都在同一個紅色的圓周上(以 C 點為圓心)，紅色圓周的半徑，即是三船的相同碰撞距離 DTC。則由左圖，我們可知，

- ⇨如紅色船的相對方位為 60 度，紅色船的距離 RANGE 與本船的碰撞距離 DTC 相同。(因為是等邊三角形)
- ⇨如黑色船的相對方位大於 60 度，黑色船的距離 RANGE 小於本船的碰撞距離 DTC
- ⇨如藍色船的相對方位小於 60 度，藍色船的距離 RANGE 大於本船的碰撞距離 DTC

藍色船旁的藍線，它的長度代表兩條船的相對速度大小，它的方向代表兩條船的相對方位。
由此可見，

- ⇨相同船速的橫越船，相對方位越小的船，相對速度越高，因為兩條船的距離最遠
- ⇨相同船速的橫越船，相對方位越大的船，相對速度越低，因為兩條船的距離最近，碰撞時間 TTC 其實是一樣的。因此，

相同船速的橫越船，相對方位大小與碰撞時間 TTC 無關。

碰撞時間 TTC 是由可能碰撞區域 POC 所決定，在這個例子中，就是碰撞點 C 點。我們已經有能力在 ARPA 或 ECDIS 的顯示

器上，判斷碰撞點。

⇨如右下圖，如果有碰撞危機，比較本船到碰撞點的距離，與目標到碰撞點的距離，可知，何者距離越大，何者的船速就越快。

如果要由可能的碰撞點,去判斷是否有碰撞危機? 已知目標船(藍色)的船速比本船為慢(如果在 ARPA 或 ECDIS 上有接收 AIS 信號，或者是小型目標，經由經驗得知船速)，但是目標到碰撞點的距離，大於本船到碰撞點的距離，顯然就是不合理。應該是沒有碰撞危機。

慢速船對本船的威脅，僅限於在船頭的某些相對方位之內

由左邊的圖形，三條相同航速的船隻而言，當其與本輪具有碰

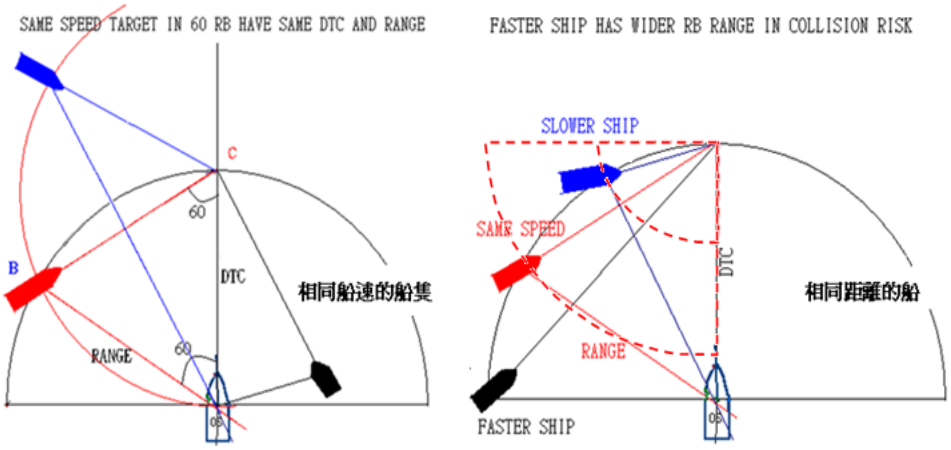

圖 5-21

撞危機時(碰撞點在 C)，紅色圓弧的半徑代表相同的船速，紅色圓弧就是他們的可能位置。由此紅色圓弧，測量其相對方位，

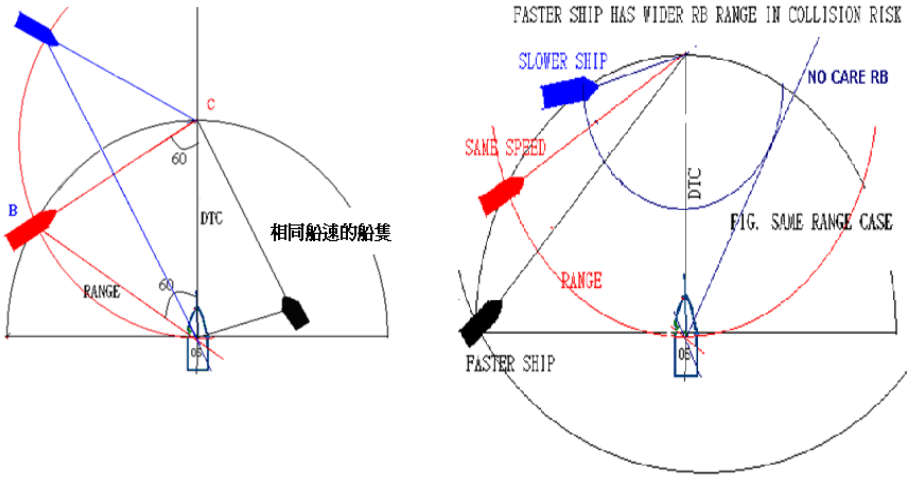

圖 5-22

可以從 0 度到 90 度(0≤RB≤90)。如果本船發現，他船的相對方位超過 90 度，而且與本船的船速相同，這時我們可以確定，沒有碰撞危機。因為相對方位超過 90 度，就表示這條船，無法在現有的船速下，到達碰撞點(即 C 點)，永遠追不上本輪，自然沒有碰撞危機。另一個角度來說，相對方位超過 90 度，等於目標是在本船的正橫後方，既然同速又落後，當然追不上本輪。說明如下:

對於右圖來說，黑色的船隻比本船的速度快，此時黑船的可能位置，就在黑色的弧線上。則此黑色弧線對本船的相對方位而言，可以從對開的零度到本船被追越的 180 度(0 ≤ RB ≤ 180)。所以只要是船速比本船快的船隻，他的相對方位來向，可以從本船 360 度的任何一個方向而來。明顯的是，快速黑船對本船的威脅，是遠遠大於同速的紅色船隻。

對於右圖來說，藍色船隻比本船的速度慢，此時藍船的可能位置，只有在藍色的弧線內，才會有碰撞危機。

如果此時本船測量藍色弧線的相對方位，就可以發現其最大可能的方位(右下圖本輪的右舷藍色觀測線)，少於 90 度。如果超過這一個方位，這一條藍色的船隻，就無法與本船同時到達碰撞的 C 點。這一方位就是**碰撞的"安全相對方位" (SRB : Safe**

Relative Bearing)。同理可知，**慢速船對本船的威脅，僅限於在船頭的某些相對方位之內**。如果他船的船速已知，那這一不會碰撞的安全相對方位，就可以事先作圖測量出來，作為我們觀測來船相對方位，是否是安全的輔助工具。

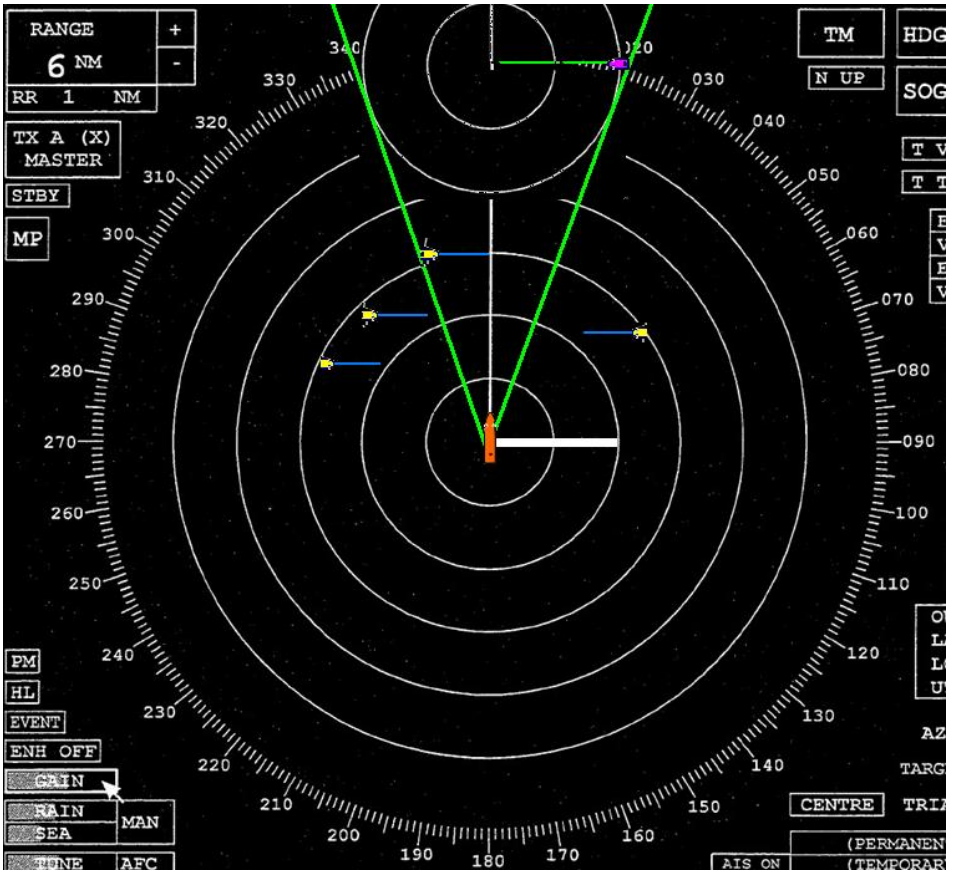

圖 5-23

安全相對方位 SRB : Safe Relative Bearing

在實務上，就像我們之前所討論過的，考慮碰撞危機時，應該要顧慮到本船的長度，以及目標船的全長，也就是兩倍船長的碰撞區。所以我們要使用這一無危機方位，來確認碰撞危機的時候，**安全相對方位，最好只用在非常慢速的船隻；或者是慢速的小型船隻。**如果目標船與本船的航速，相差無幾，則此無危機方位，就會顯得毫無意義。就好像前面，我們看到黑

色的快速船隻，可能與我們發生碰撞的相對方位是 0-360 度。我們也可以估計目標的大概船速，從我們過去航行的經驗，我們的前輩或者從 ARPA 上，得到他船的船速資料。因為這一技巧使用的是相對方位，所以我們也能從船上的甲板，找出一個適當的參考點，以對應某種速度的船隻，其接近的相對方位是否安全。

如何決定安全相對方位 SRB : Safe Relative Bearing

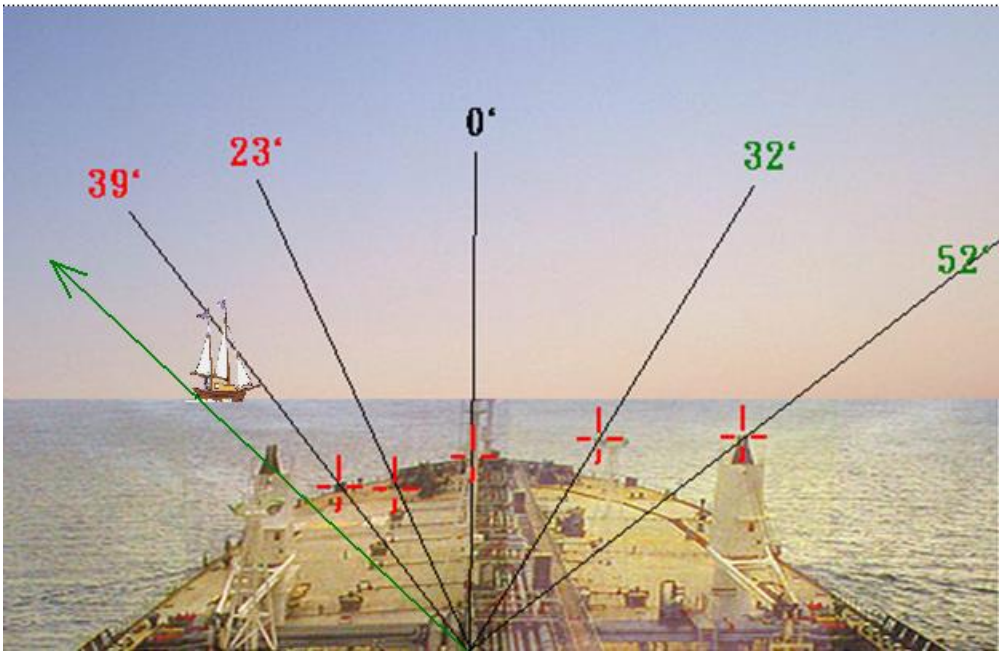

圖 5-24

假設本船的速度為 18 節，他船的速度為 6 節，也就是本船船速的 3 分之 1。則本船前進陸海浬，也就是 20 分鐘的航程，他船可以前進陸海浬的三分之一，也就是兩海浬。如上圖，我們從 2 海浬的距離圈取出線段(綠線長兩海浬，與本輪右舷白線等長)，並在圖上，本船上方陸海浬做中心點，做兩海浬的距離圈，紫紅色箭頭所在的距離圈，即是他船的可能位置。我們由本船位置對 2 海浬距離圈做一相對方位的測量，可以看出來**對船速是本船三分之一的來船，如果他的相對方位大於 20 度，則**

無碰撞危機；如果船速是本船六分之一的來船，如果他的相對方位大於？度，則無碰撞危機，讀者要自己判斷，答案是 10 度。如果來船船速是本船的一半，安全相對方位又是幾度？這對滿海面都是小型船隻的場面，是非常有用的技巧。

不知道讀者至此有沒有興奮的感覺，我們可以用前面取得甲板參考點的例子，事先在左舷某一黑色的參考點上，確認其相對方位為 23 度。現在發現本輪左舷有一帆船出現，如果從 ARPA 或 ECDIS 上，得知此一帆船的船速，不及本船的三分之一，此時我們幾乎可以確定此一帆船，將會無害通過本船的船尾。因為此一黑色的參考點的相對方位，就是本船船速三分之一的安全相對方位 SRB，此一帆船的相對方位大於 SRB。當然前提是，這條帆船會保持它的原航向航速。

當然讀者可能也有興趣探討，是否真有此安全相對方位線的存在？但是要記得一個前提，就是碰撞定義是發生在兩個物體，在同一時間通過同一個地點。若是讀者測試的他船位置，小於本例所顯示的陸海浬，且在無危機相對方位線外，那他船的速度向量就要相對的縮短，以至於無法到達本船的位置，就是本船可能已先一步通過該碰撞點。學而不思則罔，光這一安全相對方位線的論點，就足夠寫一篇論文，在此我就留給讀者去研究。現在我們再看看下面的討論，相信各位的疑惑，又會少了一半。

如何決定高速船的安全航行方位

當我們航行在漁船密集區，無論漁船採取什麼航向，安全相對方位線可以用來決定，本輪是否有適當航向，可以閃避整群漁船，前提是漁船的航速已知。這技巧對高速船非常有用：速度差讓漁船的相對運動線，大致平行於高速船艏線，讓漁船少有機會，橫越高速船的航跡。在相同時間間隔裡，以目標船的位置為中心，以小船現在的速度向量為半徑，做圓圈代表小船可能到達的位置。速度較高的船，有較大的圓圈；速度較低的船，會有較小的圓圈。假如本輪比目標船速度高，兩船速度

差，會使目標船的圓圈更小。在高速時，大角度迴轉是種危險操作，因迴轉產生的離心力，對船體與貨物產生，額外的應力。能夠及早找到出路，會減輕我們的壓力，避免大角度的轉向。在高速時，會有更強的趨勢，使水翼船利用自己的技巧前進，取代適用的 COLREG。IMO 對於高速船，有一些認可的建議可以適用。我們不做討論，只看看下面的情況。

下面這張圖片，代表海面上有各式各樣，不同大小的船隻在航行。每個圓圈代表著一條船六分鐘的航行向量，之所以用圓圈圍住，代表他可能的航向，是 360 度的任何一個方向，圓圈的大小代表他的船速的大小，船速越快圓圈越大，所以經過 6 分鐘之後，如果紅色的箭頭代表本船的船速向量，則本船向左轉 15 度，就是安全的方向。而其他船不論開的是什麼方向？都不可能跟我們發生碰撞。

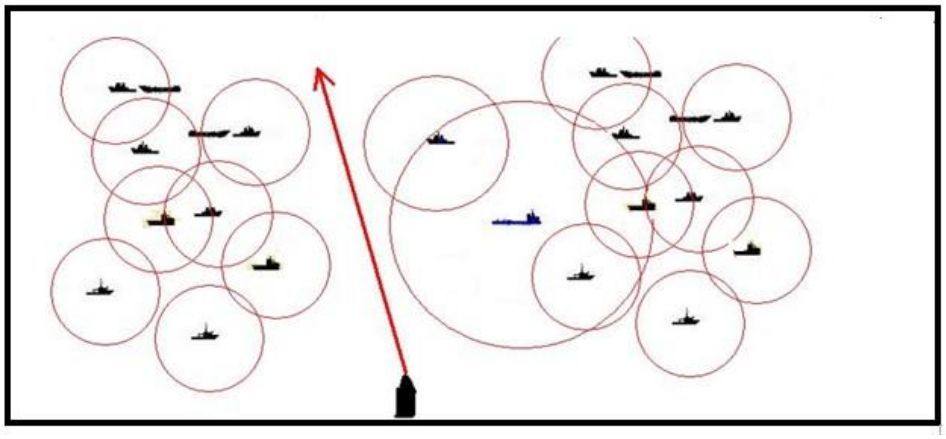

圖 5-25

另外，我們也可以把這些船，都看成是在本船的安全相對方位線之外。也就是說，這些船如果對本船有威脅的話，是僅限於在船頭方位，左右兩邊的某些角度。只要超過這些角度，對本船來講，都是安全的。所以這也是我們處境感識的一部分，也就是看到船隻之分佈的狀態，就可以快速的判斷出，本船應走的可能航向，在哪裡? 安全相對方位線，也可以是安全目標方

位線，相信現在目標方位線的畫面，已經出現在各位的腦海。

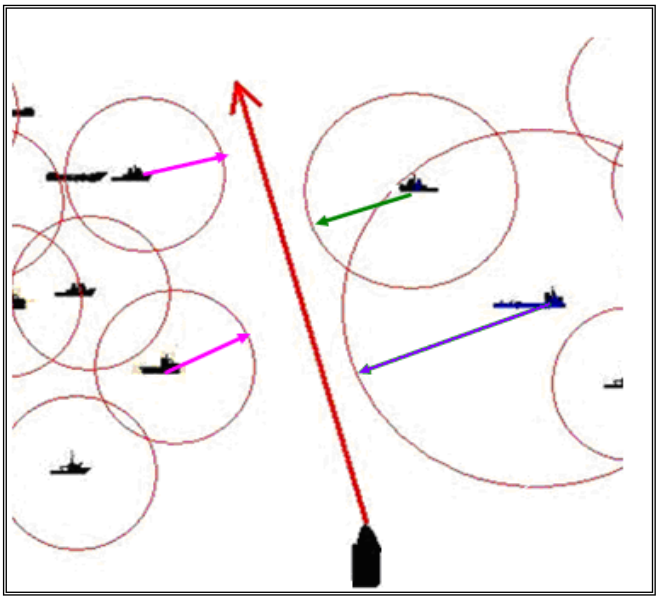

圖 5-26

下面左圖，我們把最近4條船的最危險航向畫出來，再把其中三條船的6分鐘航行向量移到，本船6分鐘後的船位，由左右三條新建立的安全相對方位線，可以看出這三條船都位於，其船速所建立的危險方位之外，所以沒有碰撞危機。

現在我們再回到前面，有帆船的油輪畫面，本輪航速12節，帆船船速是4節，由前面的計算，”對船速是本船三分之一的來船，如果他的相對方位大於20度，則無碰撞危機”，左舷的甲板有一個黑色參考點，相對方位是23度。23度大於20

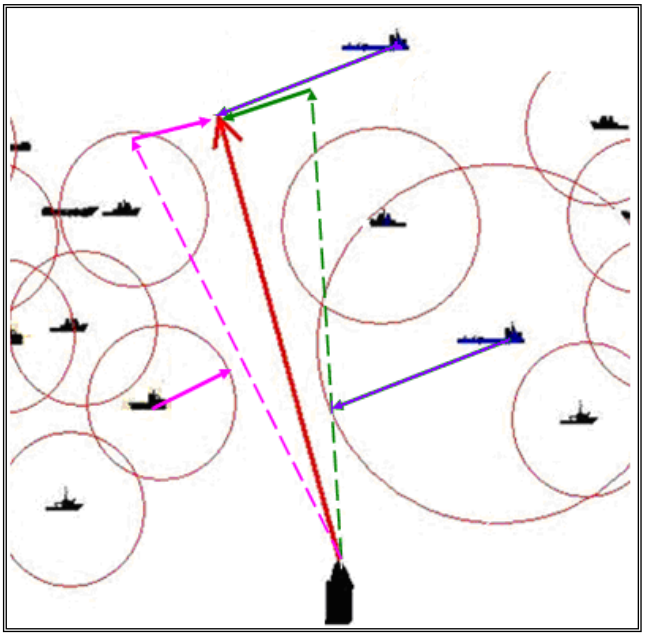

圖 5-27

度，則此參考點，可以用來做安全相對方位線，或安全目標方位線，我們只要知道目標船速少於本船的三分之一，由於帆船的相對方位大於此參考點，可以判斷出此船無碰撞危機。讀者看出，這其中的奧妙了嗎？甲板參考點的方位是已知，如果我們知道帆船的船速是 4 節，加上我們的理性分析 (船速是本船三分之一的來船，如果他的相對方位大於 20 度，則無碰撞危機)，抬頭看到帆船的相對方位在甲板參考點外面，就知道這條帆船沒問題。一條帆船我們觀測他的方位變化，避讓可能沒問題，如果有很多條同型的帆船在比賽，如果我們望向海上，是不是能看出，那一個方向才是安全的，不依賴 ARPA，而且有十足的把握？

安全相對方位與方位參考點的視差與法律問題

現在我們的討論，只利用了平面三角的原理，並沒有實際考慮到船隻的長度與他船的船型。上面的這些討論，是用來推導”**安全的相對方位”(Sector of No Care)**的概念。安全相對方位與安全相對方位參考點是不一樣的，安全相對方位是由船舯羅經測得的，如果船長船副的觀測位置，不在船舯，就會有視差的問題。

圖 5-28

讓我們再看看左圖 5-28，第一排貨櫃的相對方位夾角，大約等於 5 度，

可以拿來作為比較的依據。不然就要用前桅操舵燈橫衍的長度，做一比較的刻度，來判斷安全相對方位。使用安全相對方位，第一件事就是確立船艏向在哪裡？再用比較的刻度來做判斷。

這一概念，適用於小型的近岸船隻，如小型漁船，手釣船，單拖與舢板等的觀測與判斷。對大型船隻的觀測，相對速度較快，法定責任為使用 ARPA 與 ECDIS 做觀測，況且現在還有 VDR 船上的黑盒子，在做紀錄，碰撞距離近的時候，**安全相對方位**，還是要小心使用。尤其是在法庭上，沒有人懂，甚麼是安全的相對方位。

瞭望的程序

⇨ **瞭望要從最小相對方位的目標開始**。程序如下:

首先，當值船副要檢查船艏附近對開的船隻，
然後再檢查從右舷橫越的船隻，
再來是左舷橫越的船隻，
最後檢查從船艉追越的船隻。

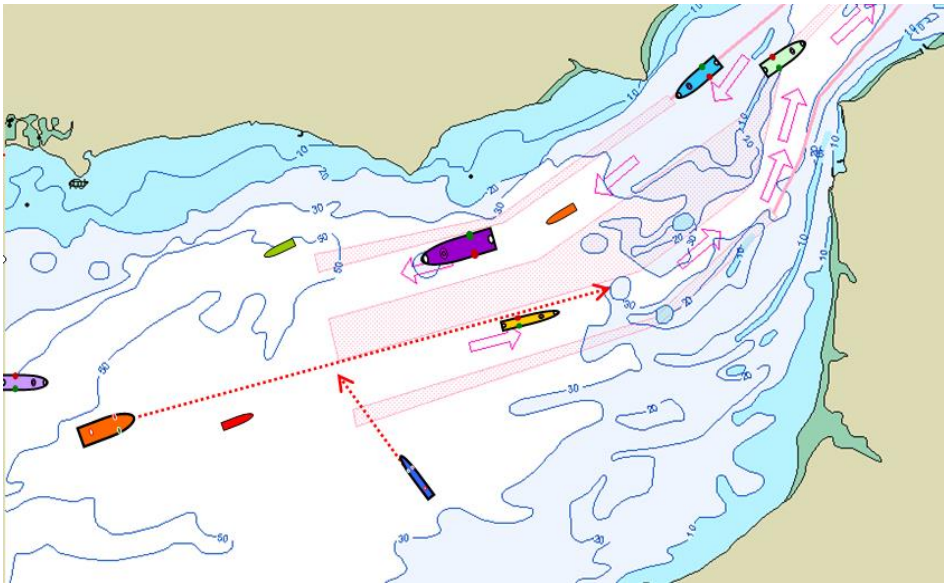

圖 5-29

瞭望要從最近的目標開始。

因為碰撞距離可能最短，在目標船距離相同時，當值船副要有能力，判別快速船與慢速船，和是否會有碰撞風險。通常，我們對附近來往船隻，依其種類船型不同，會有什麼樣的船速，都有一定的了解。對同種類船型船隻，集中在本船附近作業時，會觀測其方位變化，對其動向作一預測，以及是否會有碰撞風險。請看下圖，如右舷來船有碰撞危機，還記得如何判斷碰撞點；DTC 碰撞距離與 TTC 碰撞時間嗎？

瞭望要從觀測目標方位線開始。

可以是目視，也可以用 ARPA 等，要看目標多少與個人能力來決定。

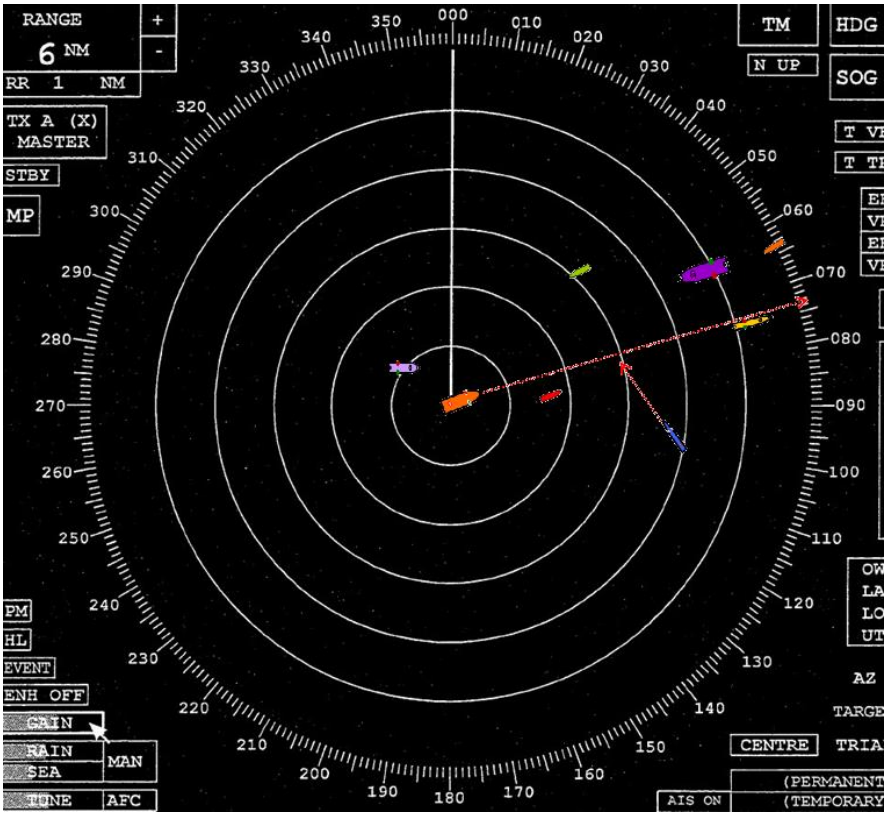

圖 5-30

目標距離的目測

最危險的目標，是碰撞距離 DTC 最小的目標。現在我們知道，藉由目測來辨別相對方位變化的技巧，可以節省判斷碰撞風險的時間。但是能辨別相對方位變化，還是不夠，我們需要對目標的距離，具有目測的能力，來訓練我們的經驗、技能和直覺。

有什麼方法？能讓我們辨別目標的距離?

4-13 海浬目標距離的目測

在駕駛台瞭望，最經常看到窗外的景象，是什麼? 天氣好的時候，那就是水平線!就是這一條線，激發出人類的想像力，發現地球是圓的(當他看到遠方一艘船的大桅，最先出現在海平面上)。水平線，也是很棒的距離參考線。歷史上，人們與可見水平線的距離甚為重要，其代表在電報發明前，人類目視通訊的最遠距離。即使在今日，當飛機在目視飛航時，機師也有目視飛航的技巧，來控制飛機。即利用飛機前尖艙與地平線的關係，來控制飛機的飛行高度與速度。或是根據地平線來進行空間定位的感識。換句話說，水平線的距離，是飛行時處境感識的一部份。

圖 5-31

在人的天性，我們習慣以我們記憶裡目標的大小尺寸，或比較每個目標的前景，來做距離的判斷。因為在陸地上，我們知道目標的大概高度，用來做距離判斷。但在海上

，這種技巧並不管用，因為總是有各式各樣的目標，高度大小常常都是未知的，不能以看到目標的大小，來做距離的判斷。如果用甲板參考點的高低來判斷距離，甲板參考點的高低，又會隨著吃水或浮仰差而改變。加上因為距離不同，產生的花開效應，往往使人誤判距離。

人眼可以看到水平線的距離，是由眼睛的高度決定。眼高 42 米的當值船副，在清爽的天氣時，水平線距離約在 13 海浬遠。

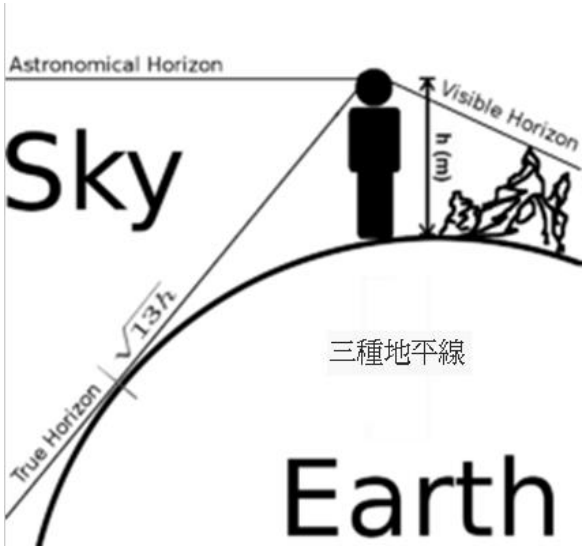

圖 5-32

假如在海面上，看見某船的輪廓，由此船的位置，可以看到它的船體沉浸在海裡的水線。這條水線的遠近，就是此船隻距離的最正確的顯示。認真的人，可以用 6 分儀測量，此水線與水平線的垂直夾角，在 USEFUL TABLE 上，就可以求得其準確距離。

⇨ 如果目標的水線和水平線重疊，垂直夾角為零，這船的距離，就是水平線的距離。在眼高 42 米的時候，約為 13 海浬。事實上，我們並不能很確定，因為沒有人的眼力，可以看到這麼遠的水線，一般是以船隻的側面輪廓，來大概判斷一下，船隻水線的位置。但是這並不要緊，因為在這個距離的船隻，不論是來自什麼方向，依照避碰規則，都還是處於自由運轉的階段，所以對距離的估計，我們只要很粗略估一下就可以了。水平線是僅低於天空，或者是海面上最高的線條。

⇨ 一旦目標船距離更接近本輪時，則目標的水線，會從水平線上下降，與水平線產生垂直夾角，此時夾角大於零。這條船的距離越近，她的垂直夾角越大，水線位置比水平線就越低。我們可以從這一點，切入水線是否越來越低而得知，這條船是不是越來越近。

⇨ 藉由比較幾條船的水線，相對於水平線的位置，或水線的垂直夾角，我們就能夠立刻找出最接近本輪的船隻，而不論目標船的實際大小。水線越低的船，距離本船的距離越小，這是用來判斷在 4–13 海浬內，目標船隻距離的技巧。

在 4 海浬目標距離的目測

當接近本輪的船隻，距離越來越近時，他船的水線將會有變化。約在在 4 海浬處，我們可以看見它船頭水線，開始有白色波浪的形狀，這取決於觀測者眼高，它船船型和船殼顏色與海水的對比。有如下圖，經驗的人，就會看到白色的船頭浪。大多數的現代船副，對此是視而不見，這是很可惜的事，因為 4 海浬的距離，對避碰來講，是很重要的量化指標，意味著讓路船必須採取行動的距離(4-6 海浬)，對讓路船而言，若發現右舷來船的船頭浪，假如並未及早觀測此船的方位變化，不能浪費寶貴的時間，去做其他事情。這時就必須及時觀測他的方位變化，以確認碰撞危機，並採取措施來避碰。這就是本章的重點，會使用有效的徵兆(距離徵兆)與現象(方位變化)，才能找出最危險的目標，構成處境感識的第一部分；自動感應。目標船的船頭波

圖 5-33

浪形狀，是一個重要的指標。當目標船的船頭浪，越來越明顯，這就表示目標已經越來越近了。如上圖，雖然船頭浪的形狀並不明顯，但是我們可以看到紅色的船殼與藍色的海水之間，有些白色的波紋，這就是距離的指示。

圖 5-34

在 1 海浬目標距離的目測

最危險的目標距離，是

- ⇨ 當我們已經看到目標船的船頭浪，已經濺起的白色浪花(高於他的水線)，
- ⇨ 亦或可以清楚的看到，目標船船尾的船尾浪軌跡。

圖 5-35

這就表示目標的距離，已經少於 1 或 2 海浬。還記得，七倍船長的距離，也是我們的量化指標之一嗎，視船型的大小而定，就是大約 1 到 2 海浬。在此同時，依照避碰規則，在 1 - 2 海浬的近距離內，如果有碰撞危機存在的時候，即使是直航船，也有採取避碰行動的責任與義務。如上圖，當我們看到目標的船頭浪或船艉浪時，我們要做的事情，就多了。誰要來提醒我呢?

請看上圖，即使我們還不能確定，這些船是不是同型船，我們對距離的判斷，已經更有把握了。目測距離比目測方位簡單，但是更重要，因為距離是決定碰撞危機的最重要指標。

在沒有水平線的時候

如果瞭望時，沒有辦法清楚的看到水平線：我們實際上，已經失去對距離判斷的基準。這時我們必須啟動雷達，以便確認來船的距離，與我們估計的差距，是否一致？在一個能見度不佳的天氣裡，我們看到的第一條船隻，它的距離(由雷達上觀測)，就是我們現在的能見度。這條船的距離，應該用來作為一個參考值。我們應該記得，能見度並不是永遠都固定不變的。

圖 5-36

而且能見度，會隨著天氣型態不同，而改變它的強度與時間的長短。如果船隻已經從霧區裏面出現，這時它的船頭浪形

狀(四海浬)，或者船頭浪的水花，與他船尾的船尾浪(一海浬)，都還是一個很有用的距離判斷指標。

對照上圖，來回比較這些小船，相較於水平線的高低，我們可以知道那一條船最近，以前我們有感覺，也有不確定性的壓力，現在我們有理性分析，就不會混淆我們的感覺，與判斷錯誤，可以有更多的時間與能力，去處理其他的任務。

日落大海

在夜間，天候良好時，遠方的水平線與船隻的側面輪廓/水線，有時仍然清晰可見，可以用來判斷距離。其他時候，我們必須使用航行燈，來協助夜間的距離判斷。通常商船是船級協會依照法規，來訂定航行燈的設置條件與技術規格。在遠距離，我們仍然可以依照水平線高度和目標船的航行燈來估計距離。同樣的，依照避碰規則，遠距離的各輪，都還是處於自由運轉的階段，所以對距離的估計，不必太在意。**夜間真正的危險，不是對距離的判斷好不好，而是因為人眼的缺點與限制，所造成的視而不見**，明明距離很近，卻沒有危險的感覺。也就是處境感識的第一關，危機感消失殆盡，完全沒有感官記憶，更激不起我們後續的識別與判斷 (處境感識的第二關)。

人眼的缺點與限制

人眼睛的構造，是由兩種感光細胞共同工作。一種是椎形體，可以很有效的偵測物體的紋理、顏色、或者是目標的微小動作。這種椎形的感光細胞，需要高強度光源的環境(白天，強光下)，才能夠正常的工作。另外一種是柱狀的感光細胞，這種細胞對於光線與陰影強弱對比，感應較為敏感。這兩種感光細胞，在白天光源充足的時候，共同工作。由下圖可見，錐形細胞，用於較精細的工作。柱狀細胞，對於任何物體的移動較為敏銳，是我們的周邊視力。舉例來說，白天的時候，有錐狀感光細胞的作用，我們看到的世界是彩色的：所以可以很容易的做出判斷。在晚上，沒有錐狀細胞的作用，我們看到的世界是黑白的。在黑白的世界浬，只有光影模糊的移動，因為有柱狀

感光細胞的作用，我們還可以監測到目標的移動：以致於我們的大腦，會做出誤判，認為我們有掌握住這個目標，自我感覺良好，其實我們並不了解，自己看到的是甚麼？

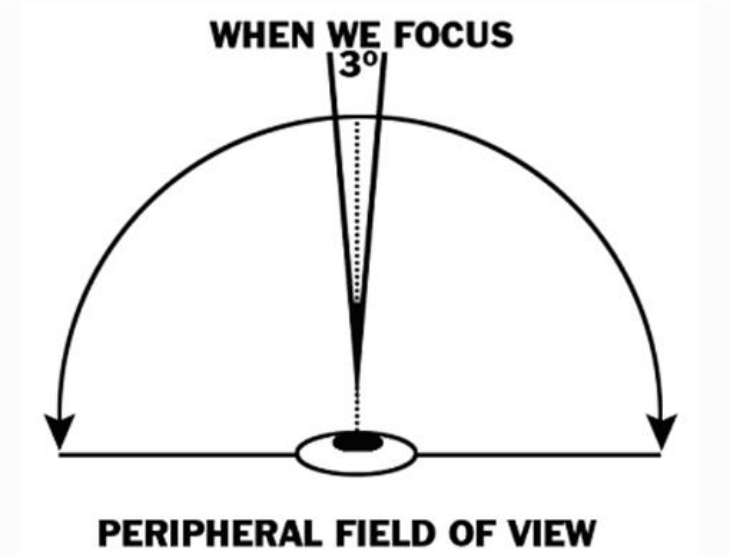

圖 5-37

監控目標的移動，是在我們的潛意識裡運作的。就好像從角落中忽然竄出一個物體，經常會讓我們受到驚嚇，因為對任何週邊環境的監測，並不是在我們的意識層面運作。當潛意識發覺到有危險物體的出現，這時它沒有辦法跟我們的理性，去做快速的溝通，所以大腦就直接讓我們的身體出現驚嚇的反應。這是我們的周邊視覺。考汽車駕照要考的一個項目。

我們之所以要解釋，人類這種驚嚇反應，只是能夠讓我們更好的理解，在夜間時，我們人類的椎狀感光細胞，就不能正常的工作 (光源強度不夠)，夜間大部份時候，我們都只能使用，眼睛裡面的柱狀細胞來工作。**椎狀感光細胞能夠正確運作的角度範圍，不超過正前方 10 度。**人的視角如果有 180 度，則其他的 170 度，都是由柱狀細胞負責的。在光源不充分的環境下，人的眼睛，只有柱狀細胞能夠正常的工作。也就是，我們只能感覺到物體的移動，跟大致的動作。至於實際物體的判斷，經常會出現錯誤，這是人天生的限制，也是我們可能的錯誤來源。

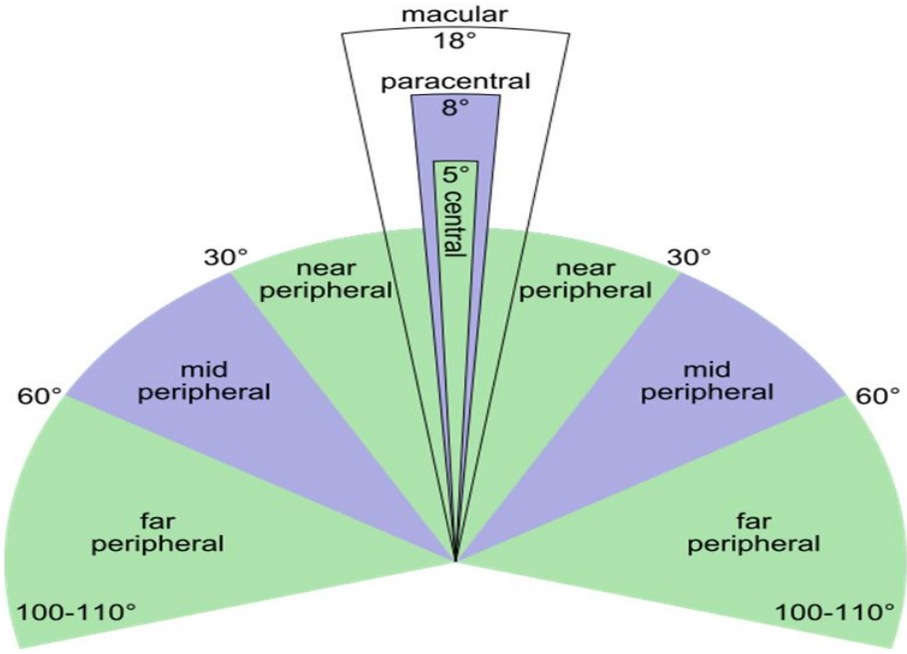

圖 5-38

夜間的瞭望與望遠鏡

在夜間的瞭望，一個適任的當值船副，應該使用望遠鏡幫助。利用望遠鏡的放大與集光作用，來正確的識別目標的動向與形狀，而不可只用肉眼大致看看。如果船副當班，沒有使用望遠鏡的習慣，表示這家公司的航行實務，有問題，管理不善。想想鐵達尼號的船頭瞭望人員，就是沒有使用望遠鏡協助。

在夜間我們向著窗外瞭望，心裡面想著，我們正在盡我們最大的努力，來守衛這條船與我們在船上的朋友。事實上，我們的椎狀感官細胞，並沒有在工作，因為光源不夠強。但是經由我們的柱狀感光細胞的作用，我們仍然可以感覺得到，目標物的光線正在移動。恰恰是在這個時候，我們可能會認為，我們仍然保持的良好的瞭望習慣。但是我們並不知道，我們面對的是什麼樣的危險？因為我們的椎狀感光細胞，並沒有在作用。

小的目標可能會被誤認為遠距離的大目標，因為航行燈的位置分佈，看起來好像一條大船的艉燈，或者是**一條大船的艉**

燈，因為大船艉燈位置高，被誤認為遠處小型目標的桅燈 ，因此造成碰撞，在此同時，駕駛台上還有 3-4 個人在聊天，誰也不知道，誰也沒想過，前面可能有條大船，而且會碰撞，可見這是每一個人，都會犯視而不見的錯誤。這樣子的誤判，也有可能是來自，過去的經驗，或對判斷過份自信，或者是身體的慢性疲勞。造成自滿的感覺，降低我們的理性與風險意識。所以我們的警覺性會降低，最終導致重大的災難。要解決這樣的問題，就是多利用望遠鏡來確認目標的真實情況，並與雷達觀測的目標資料，相互比較確認。

柱狀感光細胞的特性，對移動的物體，比較容易偵測發現。夜間在領港站附近，經常有些慢速船，或是停車等待領港的船隻。因為低速，或是停車，很容易被眼睛的柱狀感光細胞忽略。因為柱狀感光細胞，視角非常廣闊，已經超過人類的工作記憶，可以處理的情況。夜間，在水面上沒有移動的目標，如果沒有別的方法，引起

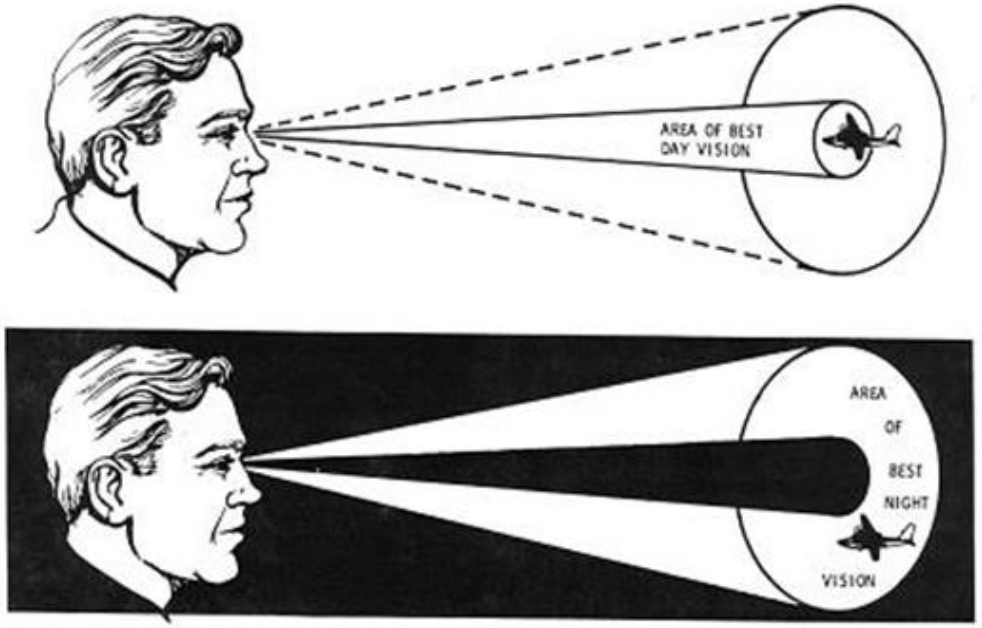

圖 5-39 **(US DOT Flight Training Handbook)**

我們的注意，就會造成嚴重的失誤。實際的案例，在出港

時，領港提醒船長，有船要進港，船長唯唯應偌，大概看了一下，發現右邊航道外有一小船，快速接近，以為領港說的是，這一條小船，便不以為意。沒注意到領港下船後，領港船不是往右舷小船方向前進，也沒注意到，有一條大船就在出口航道外，以一節的速度在接近航道，一個"全速前進"的車令下達後，沒幾分鐘就撞上進港船了。撞上以後，還在喃喃自語，"為甚麼沒看到？為甚麼沒看到？"。因為不了解眼睛的限制，所以失去了處境感識。

鬆散的戒心與無知，導致災難的發生。解決之道，需要提高夜視效果：

1. 讓眼睛適應黑暗，夜間避免暴露在明亮的光線，以避免致盲效果，人眼約需 30 分鐘的調整，才能達到眼睛的最大效率。
2. 閉上一隻眼，先用一隻眼睛瞭望。
3. 將目光緩慢移動，以便觀察更大的範圍。
4. 如果視線變得模糊，就眨一眨眼睛
5. 使用望遠鏡，觀察眼睛中心區目標船的狀態。
6. 利用偏離眼睛中心區觀測，如果需要連續偵測物體的移動。
7. 保持良好的身體狀況。
8. 避免吸煙，飲酒和用藥，這是有害的。

見上圖，白天與夜間，眼睛的作用不同。

夜間依賴視覺瞭望，可能的風險與補救

對海運來說，在夜間，依賴視覺瞭望，最危險的狀況是：遠洋船的航行燈和漁船、鑽油平台、岸上的各種部位燈混淆。解決此問題，我們必須有正確的雷達設定，和專心當班的當值船副。即便有 ARPA 和雷達，都不能告訴我們，目標船的尺寸和種類？我們必須用目視，使用肉眼確認目標船。並且必須知道肉眼觀察的缺點。

使用一部雷達，如何正確操作以便偵測大型船隻

因為遠洋船隻的航行燈，經常會與魚船的部位燈混淆。所以使用雷達偵測時，必須具有一定的技巧，以便從雷達的回跡中去分辨大型船隻，與在他附近航行的魚船。我們需要不時的降低雷達回波增益(GAIN)：

1. 藉由緩慢的減少雷達的回波增益，大型船隻的回跡，會保留在雷達的顯示幕上；
2. 而小型船隻的回跡，因為信號的強度較弱，就會消失。
3. 為了區分遠洋船隻的回跡(大船)，使用 3 公分雷達，可能效果較十公分雷達要好。
4. 保持對這些大型船隻的視覺觀測，應該藉由雷達上面讀取的目標方位，然後在駕駛台的羅經覆述器方位中，去找出我們要觀測的目標。
5. 當我們已經建立了這些大型船隻視覺的接觸後，雷達的回波增益，應該要轉回正常工作的狀態，以便於能夠在海面上，偵測到所有的目標，包括小型漁船。

這樣子的程序，應該定時或在有疑慮的情況下執行，以便於在很多漁船的海域，偵測到快速的大型船隻。

使用兩部雷達時，如何偵測小型船隻

如果在海面上，大型船隻與小型船隻混雜在一起，這時候，最好是使用兩部雷達。

1. 10 公分的雷達，對探測小型目標比較有效。一般來說，小型的目標船隻速度比較慢，可能碰撞的時間也就比較長。他的碰撞時間，大部份是由本船的速度來決定，而且其數量很可能會，超過 ARPA 的運算能力。所以
2. 10 公分雷達的探測距離，最好是放在陸海浬。這樣有兩個好處，
   甲、　第一可以放大在螢幕上顯示的雷達回跡；
   乙、　第二可以減少陸海浬以外，目標的數目。
3. 因應小型目標的危機，應該打開漁船的尾跡 TRAIL(餘暉)顯

示，並設定在相對運動模式。

4. 而本船的電子遊標線 EBL 端點，最好設在本船中心。這樣子我們就可以旋轉電子遊標線的方位，以便檢查有問題的目標尾跡，

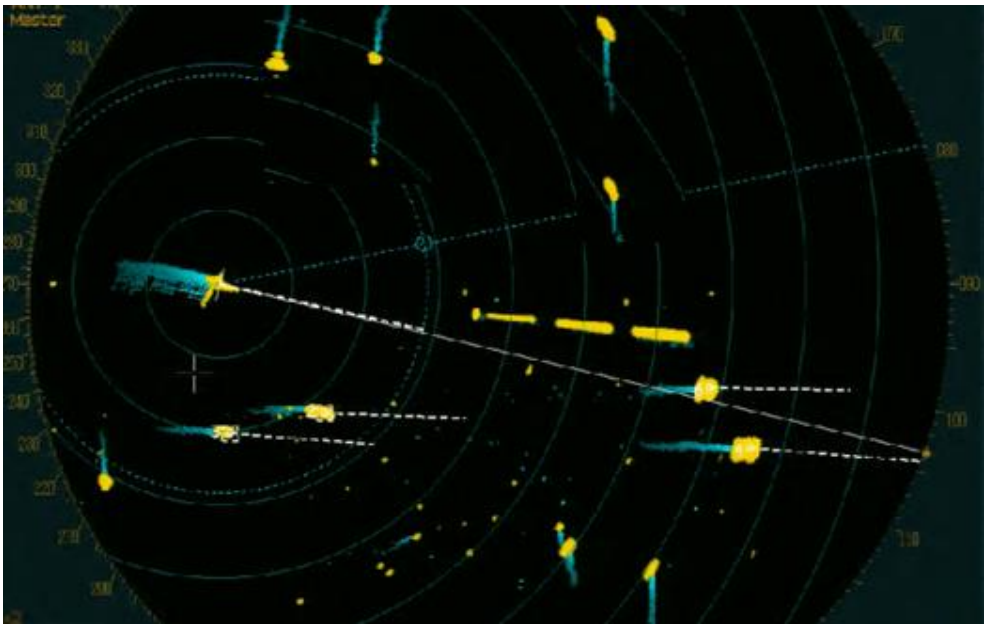

圖 5-40

5. 目標的相對運動尾跡方向，是否直指本船，也就是小型目標相對運動線朝向本船，便具有碰撞危機。(在圖例中，使用的是目標的真運動尾跡(餘暉))
6. 假如在 6 海浬範圍內，小目標太多，雷達範圍應減到 3 海浬，來專心處理最危險的目標。
7. 假如你能明確辨識目標船種類(船速多少)，便可以決定安全相對方位區，以便更進一步減少有疑慮的小型船隻。

使用兩部雷達，如何偵測大型船隻

1. 如果使用兩部雷達的時候，三公分的雷達，應該用來探測大型目標的回跡：
2. 因為是大型船隻，所以相對速度非常快，我們的探測距離，應該設定在 12 海浬，
3. 而顯示目標的回跡增益，應該調整到能夠消除小型船隻的回

跡。

4. 因為數目眾多的小船回跡被消去，所以 ARPA 的自動擷取功能，就能夠自動抓出大型船隻的回跡，並加以運算。當值船副在專注於操船避讓小型的漁船時，這樣的設定，是一個非常有用的技巧。
5. 大型船的餘暉，應該設定在真運動(如上圖)，以便能夠立即了解大船的動向。
6. 如果目標的數目，超過 ARPA 自動抓取的容量，或者是顯示幕上非常的混亂時，我們應該減少雷達的探測距離，以便減少目標的數量：才能專注於較為危險的近距離目標。
7. 目標的速度向量，應該設定為相對運動，以便了解可能的逼近情勢與碰撞危機。

適當的設定 ARPA，能夠節省寶貴的時間，在來往船隻眾多的時候，能立即評估可能的碰撞危機。

四海浬的部位燈；讓路船採取避碰措施的信號燈

在夜間，對長距離的目標，可以比較水平線與船隻側面的剪影高低，來做個大概的估計。對於近距離的目標，就要使用航行燈的技巧，

- 如果我們可以看到其他船隻住艙的燈光，或者是其在甲板上的其他部位燈，則此時他船的距離，大約是在四海浬左右，這是筆者的經驗，讀者需要自行確認。**四海浬是一般住艙燈光的可見距離；也就是讓路船應該採取行動的最後距離。**
- 對於小型的漁船來說，雷達經常在七海浬左右的距離，才可以探測到。漁船的燈光也是在七海浬的時候，才可以被眼睛比較明顯的看到。
- 有時小船的燈光較亮，7 海浬前就可以看到，但雷達上卻找不到回跡。不要急，先比較一下，這個光源與水平線的高低，就可以知道他的大概距離，不是嗎？
- 不管在漁船上，使用了多少光源，在七海浬的時候，一條漁船只會顯示一個光點。因漁船的船型較小，所以每個光

源之間的距離，相對的就比較小。所以在七海浬的距離，一條漁船經常只是看到一個光點，

- 可是當這些小型船隻距離更近的時候，這一個光點就會變成兩點；或者是更多的光點光源，好像花開效應一般。
- 這也是一個很好的標示，花開效應，此時這一條小型漁船的距離，約在正常能見距 4 海浬左右，**對於讓路船也是個採取避碰措施的適當距離**。

圖 5-41

水面反光；直航船採取避碰措施的信號燈

- 當他船的航行燈，能在水面上看到反光的時候，這時目標的距離，應該是只有一兩海浬遠。
- 這種特性，對大船小船來說，都是一樣的。
- 如果這個目標有碰撞危機，這時不管是直航船，或者是讓路船，都需要馬上採取立即的行動。
- 如果我們不健忘，1 到 2 海浬間的距離，也就是差不多七倍船長。
- 無論如何，水面的反光可能是在內陸航道，或者是海面較為平靜的時候，才能看到。
- 另外一種近距離，有用的選項，就是在駕駛台玻璃上面，所看到的燈光的十字型延伸。
- 這種十字形的延伸，隨著兩船之間的距離越來越近的時候，在玻璃上會越變越長。

這是判斷近距離小型目標危險性的最快速方法，但是無知卻會使我們盲目。現在，我們來看看上面三張圖，左圖 0108:33

看到來船航行燈，與右邊錨泊船的水面反光，誰近誰遠？不言於喻。但是，看到 0112；50 中間這圖來船的甲板燈，能夠瞭解來船，已經少於 4 海浬的人，卻不多，況且船上前桅的工作燈(水銀燈較航行燈強)，已經有水面反光，知道其距離可能小於 2 海浬的人，可能更少。這是現代海事教育的失敗，把感官與技能脫鉤，太相信電子數據，對於光學的線索，完全沒有感覺。

儘信書不如無書

本章有些量化的能見距與方位角，是提供給初學者參考，海上的實際距離，跟本船的眼高，來船的大小，燈光的型態有關，讀者應該比照同樣的原則，自行量化，你不但是讀者，也是以後的作者，我們也會等待你的研究報告。如同第一章所講，學習是一個來來回回的過程，直覺/潛意識不是一天兩天，讀一本書就有，筆者的期待是，讀者能每年利用在家休假的時間，好好再讀一遍，相信每年都有不同的解讀，能讓本書更完善。

現在我們有了辨別目標距離，和藉由目標方位線，來確認碰撞危機的能力。這些視覺能力，最終會成為我們的潛意識，可以幫助我們快速找到最危險的目標，並且快速確定我們的判斷。街上有賣讀心術的書，教人如何利用別人回答問題時，面部表情與身體的細微反應，來判斷答案的真假，相信大家都很希望自己，也能有這樣的能力。秘訣無他，就是訓練潛意識的判斷，與我們這裡訓練瞭望相同。如果我們不能判斷對錯，就會有不確定性。

- 不確定性正是我們壓力與恐懼的來源，
- 不確定性是因為我們沒有時間去確認，
- 不確定性是我們誤解、誤判的來源
- 不確定性是我們倉卒決策的來源
- 不確定性是我們以偏概全的來源

碰撞危機不確定性的來源有二，一是無知，二是沒時間確認。無知的狀態，可能很久，不知道如何判斷，只能抱者 ARPA 與 ECDIS 來回操作，沒時間往窗外去確認目標，也可能困而知

之，豁然開朗，行而後知。如果已經知道，但是不熟練，就要看有沒有時間，可以排除不確定的問題，沒時間就會有壓力。時間往往是我們處理問題時，最寶貴的資源，如果當時能夠慢慢檢查，我們的作業程序，壓力就不會那麼大，偏偏不知道要做甚麼，或是忘這忘那的，造成事故。年輕人身體好，總是覺得時間太多，要殺時間。錯過了學習的時間，**書到用時方恨少**，將自己的事業伴著壓力前進，還以自己的抗壓性為榮。

圖 5-42

瞭望的總結

除了在雷達上，需要能夠快速辨別的目標，目視瞭望程序，是由近到遠，總結如下:

1. 藉由船艏浪的水花；或船艉浪跡；或水面反光；或玻璃上十字形的延伸，來搜尋 1 至 2 海浬的船隻
2. 如果有這麼近距離的船隻，我們應該用望遠鏡，馬上對迎艏正遇的船隻，確認他的動態，並採取避讓行動。對橫越的船隻，立刻找出甲板參考點，設定他的目標方位線，以觀測其方位變化。如果是追越他船，這時我們最好是，使用望遠鏡

來確認被追越的船隻，是何種船型？有時我們會誤認近距離大船的尾燈，為一小型漁船的桅燈。**使用望遠鏡，就是最好確認的方法。**

3. 確認任何在 3 、4 海浬距離的目標。日間使用船頭浪，或他船的水線與水平線的距離來判斷。在夜間，對大船可以使用，是否有看到住艙燈或部位燈來判別，對於小型的目標，就是觀測它船上，是否有顯示不同光點的花開效應(一條漁船上，同時看到好幾盞燈)。
4. 如果在 3 、4 海浬距離有船隻，對於確認的對開船，我們應該採取避讓行動。對於確認的橫越船，目標方位線沒有明顯的改變，對右舷的紅燈船，我們必須立刻採取避讓行動。對左舷的綠燈船，持續觀測。
5. 注意目標的輪廓剪影，是否落在水平線以內，比較目標的水線跟水平線的高低，來確認最接近的目標。並在甲板上，找出一個便於記憶的參考點，以便做後續的方位變化的觀測。我們應該能夠找出，有較高相對速度的目標，立刻記憶現在站立的位置，與方位線的參考點在哪裡？以便後續觀察。
6. 使用所有可能的方法去確認碰撞危機，是包括適當的使用雷達設備，與目視的技巧。視覺的技巧，是由很多面向所建立的，需要主動培養成我們的經驗。我們面對挑戰時，反應的時間由很多的因素組成。依避碰規則第 7 條碰撞危機，告訴我們：*任何依據不充分資料所做的假設，都應該避免；尤其是不充分的雷達資料。壓力壓力，不充分的目視資料所做的假設，也應該避免。*
7. 人類的天性，就是傾向於相信，我們眼睛看到的東西，不管對不對。但是目視的資料，也會欺騙我們的判斷力。**使用望遠鏡，就是最好確認的方法。**應該使用 ARPA 交叉參照，被確保我們遇到的情況，能夠被正確解讀。
8. 沒有把握的船副，應該立刻通知船長。船長感到壓力的時候，應該立刻減車。人力足夠的時候，要分配瞭望的責任區域。
9. 確認我們所遇到的狀況，包括詢問駕駛台上當值船副或舵工的意見，這就是我們稱之為，船橋資源管理的意義。
10. 大部分學校畢業的船副，對 ARPA 的使用，非常生疏，不一

定是他不懂，也許只是單純的按鈕過多，操作介面不良，操作不熟練。

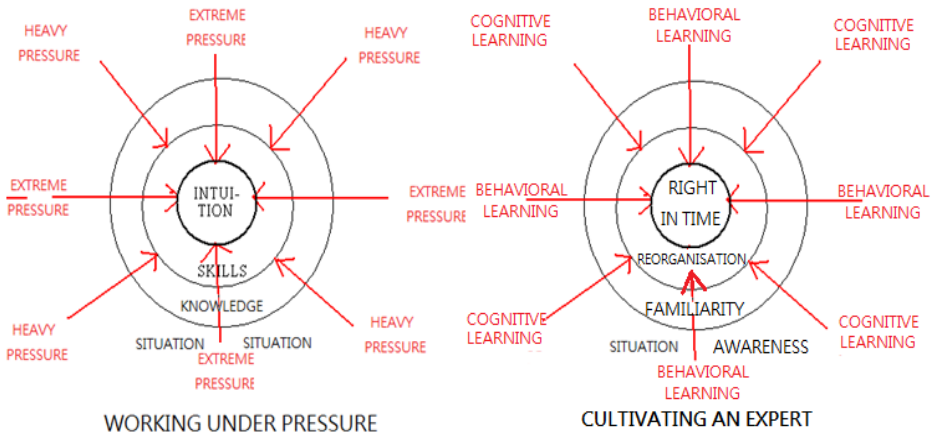

圖 5-43

碰撞危機的理智感覺與直覺

- ⇨ 碰撞危機的理智分析，就是本章所做的講解，蘊釀了近 30 年，還是要面對你的檢驗。
- ⇨ 碰撞危機的感覺，就是讀者所要培養的處境感識。
- ⇨ 碰撞危機的慣性，那就要再等十年了，才能百發百中，而且還不能太自滿，隨時要用理智分析，邏輯思考來修正。
- ⇨ 碰撞的危機感會淹沒理智與標準作業程序，
- ⇨ 理智分析才能改正我們錯誤的瞭望習慣，
- ⇨ 瞭望的習慣性會讓我們失去危機感。
- ⇨ 年輕人有危機感，沒有養成良好瞭望習慣，無法適任。
- ⇨ 中年人有瞭望習慣，沒有危機感，自我感覺良好，容易誤判。
- ⇨ 老年人有直覺反應，看似輕鬆，但精神體力變差，容易晃神，回過神來的時候，記憶全失，會像嬰兒一樣的無助，突然壓力山大，需要團隊的合作，才能高枕無憂。
- ⇨ 所以平時要無私的訓練，理智分析與邏輯思考，就不可或缺，偏偏這是老年人最弱的一環，記憶衰退，知其然，不知其所以然。緊張的時候會罵，事情過了，自己又不記得是哪裡有問題? 造成團隊能力的差距。