

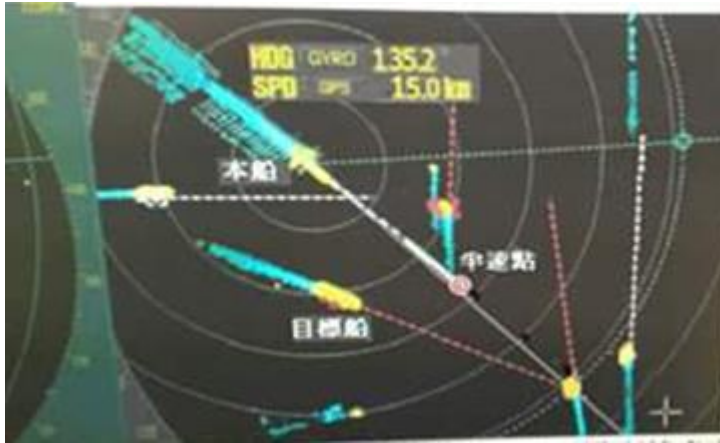
操船者的金箍棒-1

在 ARPA 的顯示幕上，每一條船都有他的速度向量線。速度向量線可能是代表 3 分鐘的前進方向跟速度，也可能是 6 分鐘，9 分鐘的速度向量線。這根線就是我們的金箍棒。

金箍棒的特色是可長可短，代表我們的船速可以快，也可以慢。

那我們就要來談談碰撞的點線面，都是由這一根金箍棒開始。如果兩條船的速度向量線在 3 分鐘的速度向量線有一個焦點。這個焦點就是可能碰撞的地點，我們船頭指向 090 時候碰撞的方向就是在 090 船頭開向 120 的時候碰撞點就在 120。

同理可知，只要船隻的船首向，指到任何一個方向，這個方向跟其他船隻的航線交會的地方就是可能的碰撞點。



https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=1152093721517158&substory_index=0&id=1090928594300338

我們看一號船與三號船

在這個交叉相遇的情況之下，所採取的避碰行動，二號船卻沒有採取任何行動，但是卻是安全過關，差別就是在，有沒有碰撞危機？

沒有碰撞危機的時候，就可以直行，有碰撞危機的時候，處理的方法，就是一次性的解決。一號船要讓 2 號跟 3 號的被追越船，因為它速度最快，還要讓右舷來的 4 號跟 5 號橫越船，所以他的作法，就是直接將本船的航向轉到四號船的船尾，然後等到 4 號船繼續往前開的時候，再慢慢回到原來的行相。至於三號傳格式一次的量六號跟七號船，然後再慢慢回到原航向，這個就是避讓好幾條船隻時候，所採用的方法。把所有該避讓的船隻，當作是一條大船，直接避讓到這條大船的船尾，也就是最後一條船的船尾，一次性的解決。

碰撞點

就是船首向指的那個點，也是船首向與他船航線相交的那個點，兩條船的碰撞，還有一個重點，除了兩條船會通過同一個空間，有交點。另外一個，就是這兩條船要在同一個時間通過同一個地點，所以航線也許是在 9 分鐘以後交叉，也許是在 6 分鐘後交叉，也許是在 3 分鐘後交叉，這在速度向量線上面，還要再做一個估計，那對操船者來講，就是一種負擔。

所以我們可以調整速度向量線的時間長短，來檢查兩條船是不是在同一個時間經過同一個地點，舉例來說現在圖上是 3 分鐘的速度向量，如果這 3 分鐘的速度向量線沒有與其他船的 3 分鐘速度向量

線相交，就表示這3分鐘之內，沒有碰撞危機。如果把速度向量線放到6分鐘，卻發現我們的船首向與其他船的速度向量線相交，這個碰撞的時間，就是在3分鐘到6分鐘之間。應該一般航海人員對於線段的比例，會有一定的概念，就可以估計出大概碰撞的時間。那還要看這個焦點，是哪一條船先到？哪一條船後到？

可能的碰撞點在哪裡？

兩條船航線交叉的地方，就是可能的碰撞點。這個在我們操船與作航路規劃的時候是一個很重要的概念。當您操縱船隻的船首向，橫過進出港的航道，橫過一次就是有可能發生碰撞一次，橫過兩次就有可能發生兩次碰撞。就像在分道航行制的時候，把本船靠在可行水域的右側，盡量避免，與其他來往船隻的航線重疊，交會或交叉，就會避免很多的避碰的行為。航線避開了，所以就沒有碰撞點，船開過去的時候，就是輕鬆愉快。

在操船的時候，也是一樣，二副畫的航線，船倒了狹窄水道，船隻多起來二副就通知船長到駕駛台，船長二話不說，就把船掉頭轉向東開，西開，也沒有見到他緊張兮兮的，在駕駛台測方位，叫二副注意這個，二副注意那個的，就醬，下了幾個Course輕輕鬆鬆就過了狹窄水道，也沒有什麼緊急的操作。其中的差別，就是在觀念問題。

如果一個很認真仔細的船長，在那裡一條一條的觀測他船的方位，進行避讓的操作，我們不能講說，他不適任，也不能講說，他不負責，可是這並不是最佳的解決方法。因為安全的位置比小心謹慎的操作更重要。

你不要把船開到有可能碰撞點的地方去，你就不必緊張兮兮的避讓，俗話說，將帥無能累死三軍，在駕駛台上面船長的責任，是把船開到沒有碰撞的地方。先調整到航道盡可能的的外側，等到你通過的時候，就輕鬆愉快。船長在駕駛台，只是確認其他船隻沒有突然的轉向與不當的操作。

另外一個是在轉向點的安排。如果你進港出港都是同樣一條航線，只用相反180度的航線的航行，那你就是自找麻煩，不要說別人，如果同公司的船，都是這樣劃航線，你再進出港的時候，很可能就撞到自己公司的船隻。所以進出港的航線，要分開處理。

再轉向點的時候，你認為最中間最有利的點，經常也是其他人想要的轉向點，那就會造成大量船隻，到達同一個轉向點發生碰撞的case，所以轉向點的安排，也是非常重要。

碰撞點的位置在哪裡？

觀測航線是否有交叉的時候，也就是有沒碰撞點的時候？如果發現有航線交叉的碰撞點，還要睜大眼睛看看，這個點的位置是在哪裡？

是在航道裡面，還是航道外面，是在航道的內側，還是在航道的外緣。避碰，如果各方都遵守規則的話，必然會有一方是直行船，另外一方是讓路船，在大海裡面規則的要求是要足夠明確即時的轉向行動，明確的避碰行動，經常包括了30度的轉向，這在大海裡面是無可厚非，這也是船副級的避口尤行動。

抱著這樣的觀念來到狹窄水域進行避碰的時候，一發現有碰撞危機，就大角度轉向，第一個危險就是碰撞點如果不在航道裡面，表示他船可能在接近航道，分道航行制的時候，會隨時轉向。第二個本船如果依照這個碰撞點去避碰，很可能就開出航道外面去擱淺。所以碰撞點如果在航道外面，是不能大角度向航道外轉向，最好的解決方法，也許只是使用安全速度，先停下來，看一下，看清楚他船的動態。

如果這個碰撞點 是在航道裡面 這時候我們就要考慮 採取什麼樣的行動，如果靠近隔離線的內側，那就表示我們犯了第一個錯誤，把船開到危險的地方，因為 分道線的附近，都是來往船隻，要橫越航道的轉向點，如果他們只是要加入一般 航道的流通方向，你把船開到他的轉向點，才來做避碰操船，要是我，一定要先罵一句，塞你量，是來找死的嗎？

本船應該馬上把船開到 分道航行區的外側，以符合公約的要求，這一點要求，絕大多數避免了碰撞的發生。如果航道，本來就不寬，這時候我們一定要，有一個清晰的觀念，避讓他船 就是避讓會發生碰撞的地點，讓本船在經過同樣的碰撞點的時候，有餘裕去航行。

餘裕是多少？

餘裕在那裡？

有的公司會說 CPA1 海裡，有的公司會說 CPA 要 0.5 海裡，當然這都是有碰撞危機的時候，要保持這麼大的 CPA，這就是公司給我們劃的紅線，前提是有碰撞危機。可是如果航道也只要一海裡的寬度，作為一個船長 你怎麼樣去保持 一海裡的 CPA？顯然這就是有問題，也沒有人要提的東西。

所以我們應該要有正確的理解，避碰的目的是避免碰撞的點，這個點可能是在我們的船頭或船尾，也可能是在他船的船頭或船尾，所以避碰的餘裕，應該船隻的長度，最多是 350 公尺。這個就是一條船的餘裕。我們要保留 這麼大的空間 給他船來安全通過，我們也不要進入這 350 公尺的範圍，用我們的船頭去撞他們，也應該要求他船，為我們保留 350 公尺的空間，不要來撞我們的船頭船尾。

避碰應該是在有 確認碰撞危機之後，才採取的行動。如果他船能夠在本船到達碰撞點之前，先通過這 350 公尺，就沒有碰撞危機，也沒有所謂的避碰行動的需要。太多的時候，我們都是去觀察 他船的動向，確定了碰撞危機 持續 不可避免的狀態，然後採取大角度的轉向，這個在從八海裡觀察到四海裡船副級的避碰操船是無可厚非，如果是船長級的 從兩海裡的距離觀察到一海裡的距離，再來採取大角度的 避碰行動，那就很可能流於失控的情況，所以船長如果有懷疑有碰撞危機的時候，應該毫不猶豫的 取出 這 350 公尺的空間，讓給他船行動，而不是堅守 直航船的航向，這樣是不是違反避碰規則的精神？

其實不然，因為在大海裡面，可以有簡單的規則遵循，在那狹窄的航行區域，船隻重重，當你發現 兩海裡的船 開始從錨區出來，或者是從港內航道出來，發現他船的動向，與本船會發生危險時，也就已經進入了 close quarter situation, 也就是進接階段，本來你就可以自由採取行動，如果你還是拿的八海裡四海裡船副的操船避讓觀念，那就一定會手忙腳亂，所以 堅決地，在兩海裡 轉向 10 度吧，如果我沒記錯 就已足夠，不必 等到一海裡的時候，不得不來個 30 度 60 度的大轉向，那個只能說是 你不是對規則不夠了解，就是 對規則的解釋錯誤。

有沒有可能，我們右轉了十度，對方又左轉了十度，結果又沒完沒了？

碰撞線在那？

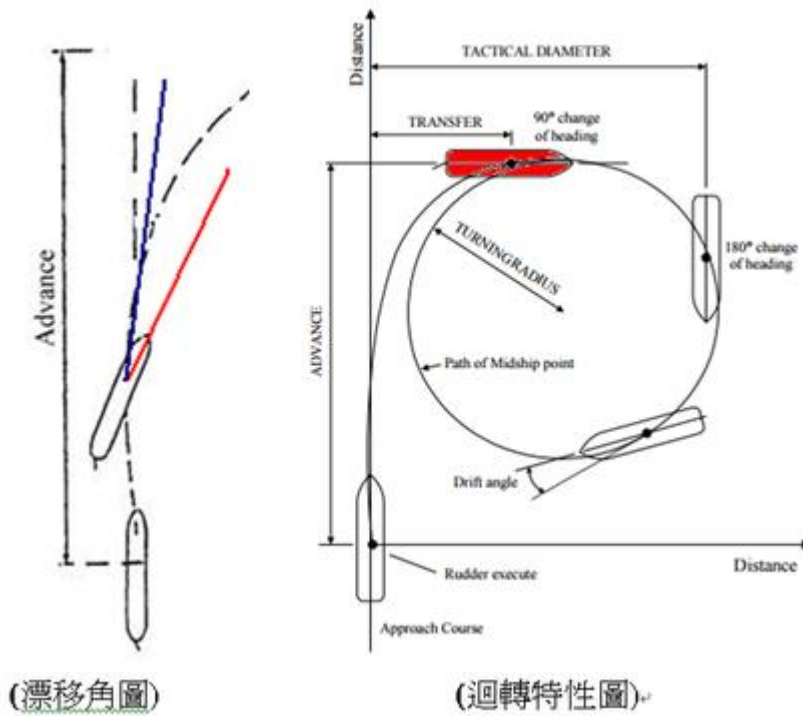
碰撞點與本船的連線，就是碰撞線。也就是我們的金箍棒，俗話說的大老二。不管滿海面的脂粉三千，如果我們不出金箍棒，就沒有碰撞點，也就沒有碰撞危機。意思是說，沒有船速，就沒有速度向量線，我們的碰撞點就在本船上，除非別人來撞我，我們去撞別人的機率，基本為零。

說到這裡，各位不知道有沒有恍然大悟，平常天天怕撞船，原來都是速度太高，走甚麼 Sea Speed，害我們做的心驚肉跳。基本上，船速與碰撞危機成正比。船速為零，碰撞危機為零，船速比海面上所

有船隻都高，所有船隻都有碰撞危機，不管他是對開，橫越，追越，都有碰撞危機。任何時候，只要沒有把握，只有減速，減到自己感到舒服的速度，碰撞危機便消失了。來不及減速，怎麼辦？

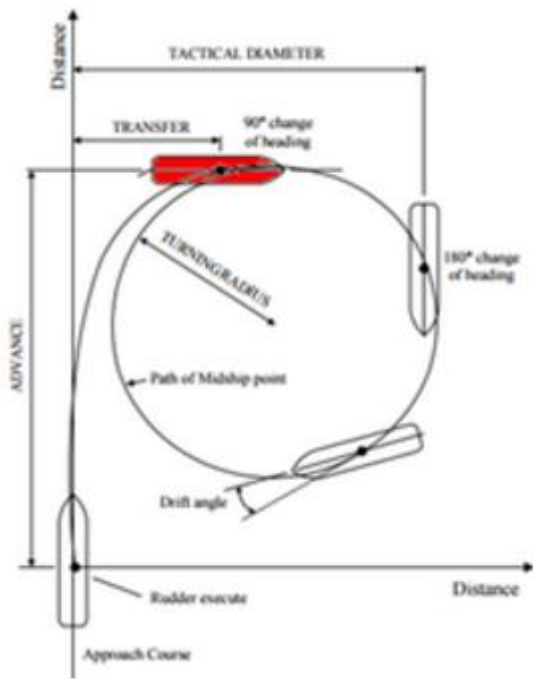
想像本船與他船，都各自在不同的火車軌道上行走，這兩條軌道永遠平行，沒有交點，雖然本船與他船速度不同，時快時慢，但是永遠也不會有碰撞。兩船距離非常近的時候，應該隨時緊記他船的航向，以便與其平行，避免碰撞。觀念雖然簡單，但在以前，使用人工測繪他船航向航速的時代，卻是不可能的任務，現在有 GPS AIS ARPA, 就不成問題，問題是，有資料沒有知識，也是無用，近距離的時候，船長的腦子裡，只記得滿舵迴轉，去轉一圈，360 度，卻沒想到，滿舵迴轉需要一定的空間，

這空間是多大呢？



滿舵迴轉需要空間是多大呢？-8

船隻有足夠的水域，可以完成 180 度的迴轉，就是有足夠的迴轉空間。如果船隻只有完成 90 度迴轉的空間，那就是狹窄水道的調頭。



就算迴轉的空間夠大，還有一個很重要的考慮因素，那就是船隻的迴轉速率。迴轉速率是個新鮮的名詞，在以前要測迴轉速率，根本就是不可能的事，因為大家都是用目測在操船，不管是在港裡面，還是在外海做避碰的操作。但是現在拜 GPS 所賜，已經可以測量到每分鐘的旋轉角度。**迴轉速率的重要，是在船隻失控的可能。**每分鐘轉 10 度，航向也許是可控制的範圍。每分鐘轉 20 度，也許就不一定能夠控制？如果每分鐘轉 30 度，那就是特殊船隻才能夠穩舵，不管怎麼樣，用舵到來舵的時間，都會有一定的限制。

實際跑過船，應該有一定的印象，在大海裡，船隻在 sea speed 時，auto pilot 自動舵用的迴轉速率，就是每分鐘轉 10 度為最大值。在港區裡，船隻在 harbour speed 時，手操舵用的迴轉速率，就是每分鐘轉 20 度為標準。如果沒有印象，表示你的觀察力不夠。

不要忘了我們這一個金箍棒的專輯，如果你在海面上隨意轉向，那就等於是用金箍棒在海面上隨便亂敲打，向右轉就可能撞到右邊的船，向左轉就可能撞到左邊的船，如果回轉速率失去控制，那就等於是用你的金箍棒橫掃海面，大殺八方。後果就不堪設想？那我們要怎麼樣控制我們的金箍棒呢

下面我們就要來談談，怎麼樣控制迴轉速率？



懂風水的妳，就懂。

要怎麼樣控制我們的金箍棒呢

不管怎麼樣?船速還是要的，所以有速度，就有金箍棒，有了金箍棒，就有碰撞危機，有了碰撞危機，也不是就只能停車等待。所以我們要為我們的金箍棒找出路，等我們找到了可以前進的方向，那怎麼樣調整我們金箍棒的方向，就是我們現在要討論的東西。

不同的碰撞距離，需要不同的避碰角度。這個在避碰隨筆裡有討論過，一般來說，在外海，一海浬的碰撞距離，也就是本船還有一海浬的前進距離裡，避碰的角度應該是 20 度，本船還有 2 海浬的前進距離裡，避碰的角度應該是 10 度，4 海浬是 5 度。當然這只是**最基本的轉向角度需求**。

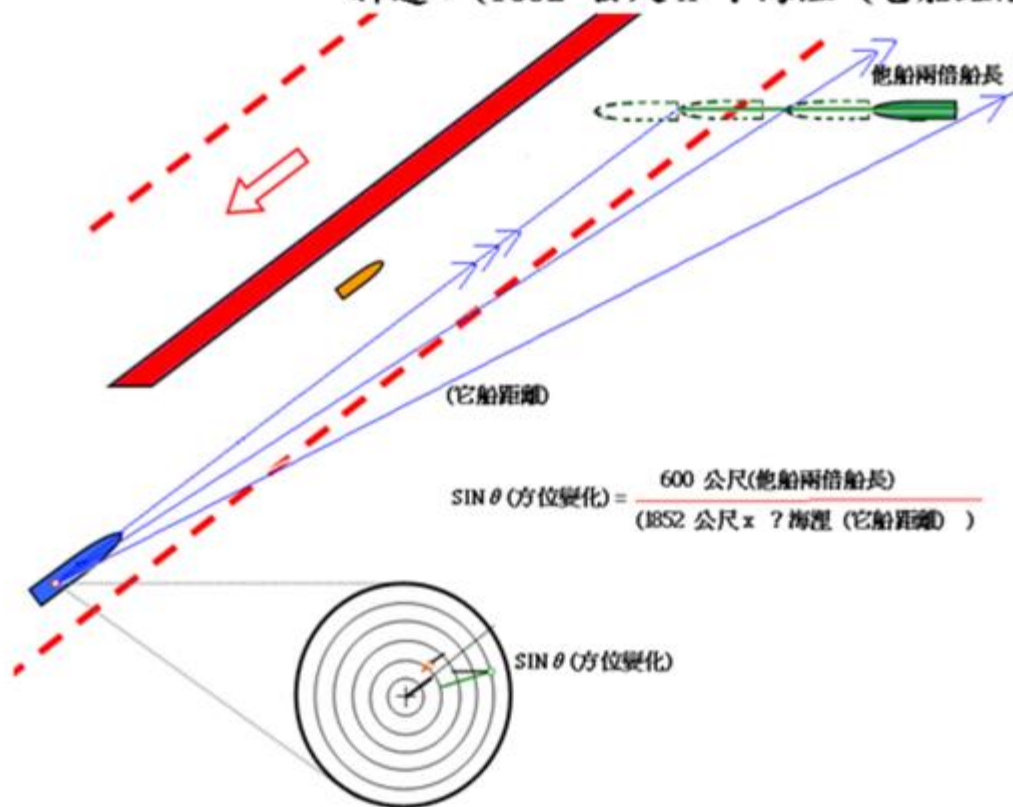
碰撞距離越近，就需要越快的迴轉速率，因為還要考慮到轉向所需要的時間，以及可以採取行動的距離所受到的限制。所以我們可以大概的說，一海浬的碰撞距離要使用滿舵來啟動迴轉，兩海浬的碰撞距離應該使用 15 度舵角，至於四海浬可以使用五度的舵角來啟動迴轉。因為這是**避碰的急迫性不同**，

使用滿舵來啟動迴轉，要先 order 滿舵的舵角，然後等待，等待船頭開始慢慢的離開原來的航向，這時候可以視情況來回舵，一般的原則是等到本船的船頭已經經過他船的船艙，或是駕駛台的方向，就可以回舵了(駕駛台下面，就是該船最脆弱的機艙，為了不撞機艙，我們寧可冒著船隻失控的危險，保持原來的滿舵)。就是經過了他船的駕駛台才回舵，船隻仍然保留原來的迴轉速率，繼續往他船尾的方向轉(不要忘他船的船尾，也是要害)，為了穩定船隻(看迴轉速率是不是超過每分鐘 20 度?)，我們甚至可以考慮直接使用反向的滿舵，來穩住本船的航向。隨時觀察迴轉速率，不要忘了使用滿舵來啟動迴轉，是因為碰撞距離只有一海哩。

兩海哩的碰撞距離應該使用 15 度舵角，要先 order 舵角，然後等待，等待船頭開始慢慢的離開原來的航向，這時候可以視情況來回舵，一般的原則是，等到本船的船頭開始慢慢的離開原來的航向，如果你只打算轉 10 度，就可以開始回舵了。

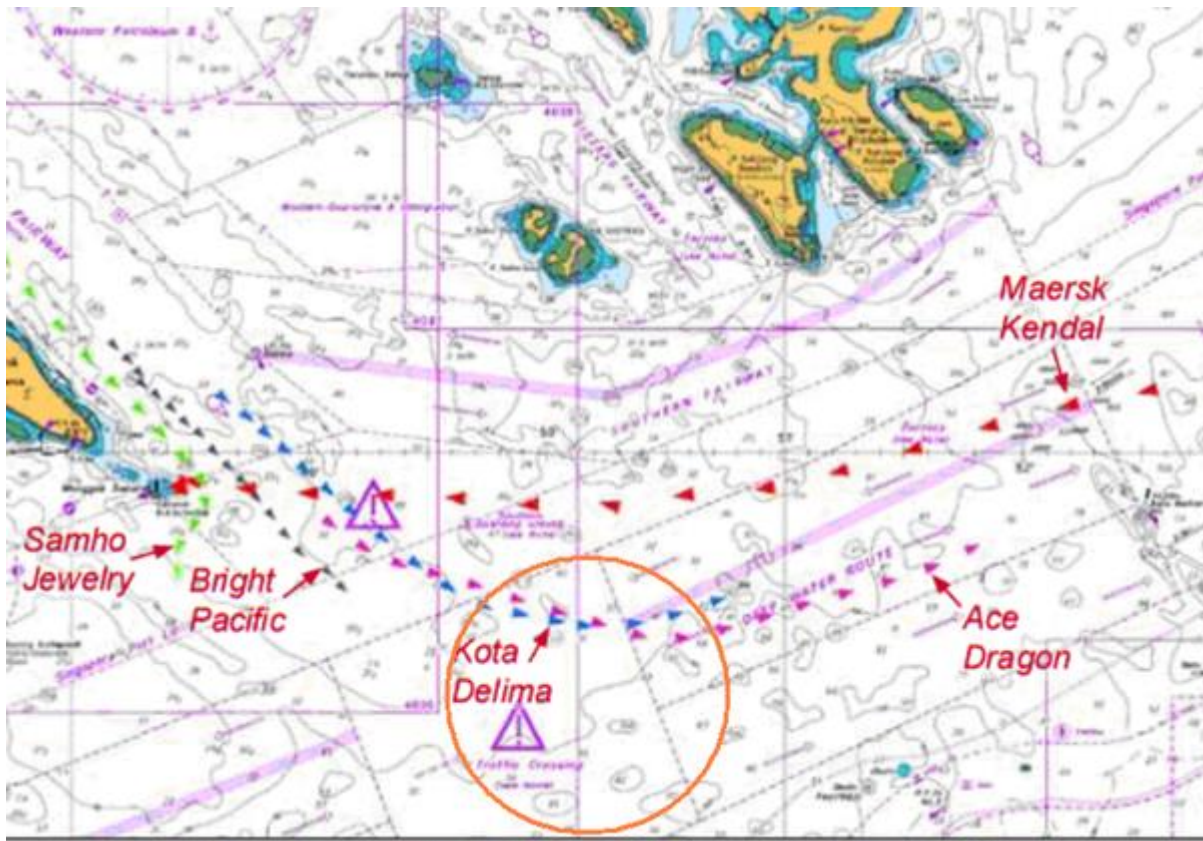
兩海哩的碰撞距離使用 15 度舵角，如果你打算轉 30 度，就要等一下，順便觀差一下，船是向上風轉向，還是向下風轉。船向上風轉向 10 度，就可以開始回舵了；向下風轉 20 度，就可以開始回舵了，這個差別是因為迴旋支點的作用。

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



好像離題了，講到船隻操縱，再看碰撞線吧!

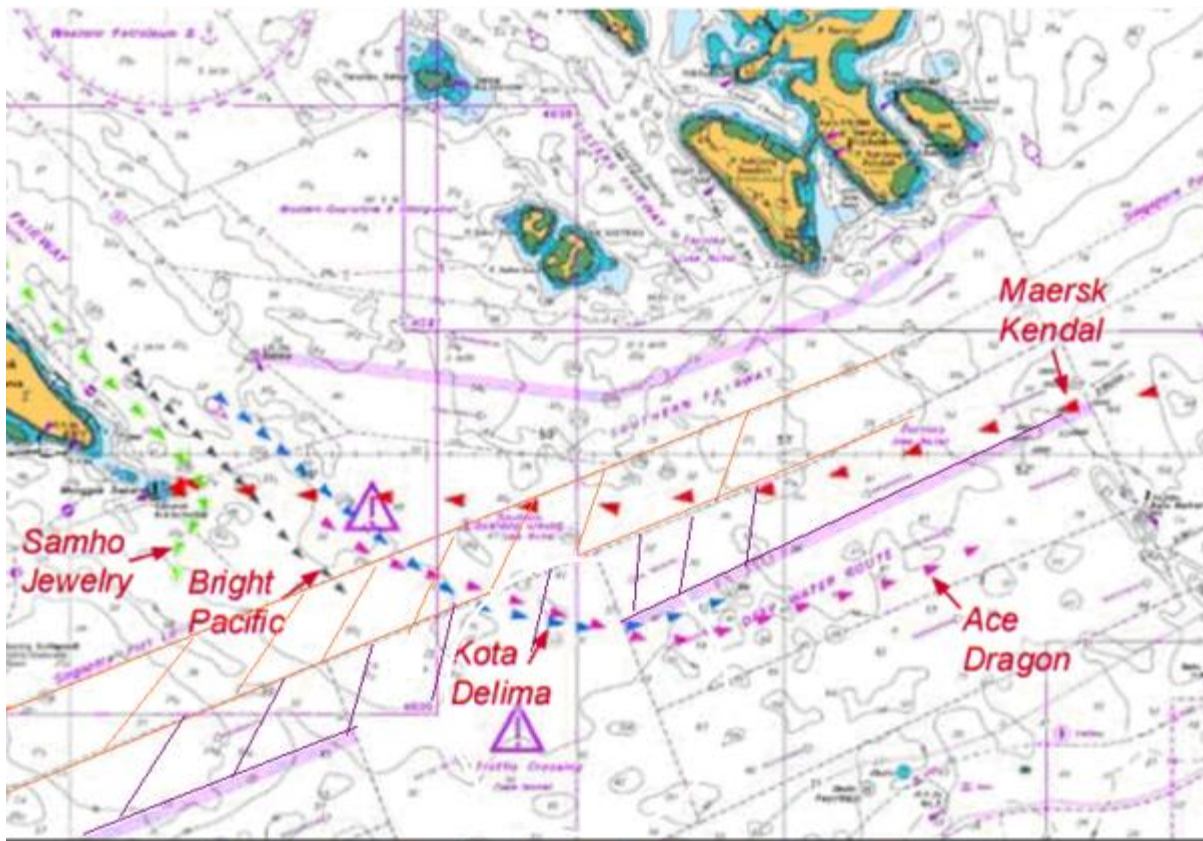
precaution area for what ?



Overview of plot of all vessels between 0700 and 0716

現在我們來看看馬士基這個著名的案例，馬士基船走的西南向的航道，也就是上面的 MAERSK KENDAL，每一個紅色的三表三角形，代表該船每 1 分鐘的船位。在經過新加坡外面的時候，因為同時有四條船出港，所以該輪就直接讓到最後一條船的船尾，開過去擱淺。被人嘲笑。

我們看看這 4 條船，這 4 條船的第一條船是紫紅色的 ACE Dragon，第二條船是藍色的 KOTA DELIMA，第三條船是黑色的 BRIGHT Pacific，第四條船時綠色的 SAMHO JEWELRY。這 4 條船在橫越航道的時候，有一個特性，就是在航道的外檔的時候直行，航道的內檔的時候，轉彎。航道的外檔在哪？所以我還要再畫一畫，那看看下面，航道的外檔就是橘色斜線區域，我外孫最愛的顏色，航道的內檔，就是紫色斜線區。現在這 4 條船，有 3 條是橫越航道南下。



Overview of plot of all vessels between 0700 and 0716

不管橫越船是南下，還是北上，我們都可以得到一個規律。橫越船在航道的外檔的時候，也就是橘色斜線區域，所有船隻都會保持原來的航向。如果是出港船，也許船速在漸漸增加中，如果是進港船，也許船正在逐漸減車之中。船隻如果是在航道的內檔，也就是紫色區域，這些船隻就有可能開始做轉向的操作，所以航向航速都會變化。我們再仔細看看，下面的 precautionary AREA，也就是紫色三角形的區域，很明顯的，precautionary AREA 是把航道的內檔，也就是橫越船可能轉向的區域，包裹進去，但是沒有包括航道的外檔。所以這一條馬斯基船犯的第一個錯誤，就是他進到了 precautionary AREA，也就是紫色三角形的區域。也就是我們前面講的，沒有必要的時候，不要靠分道行行制的內檔行走，因為此時他船航向航速多變，我們會進入無法預期的狀況。如果可能，

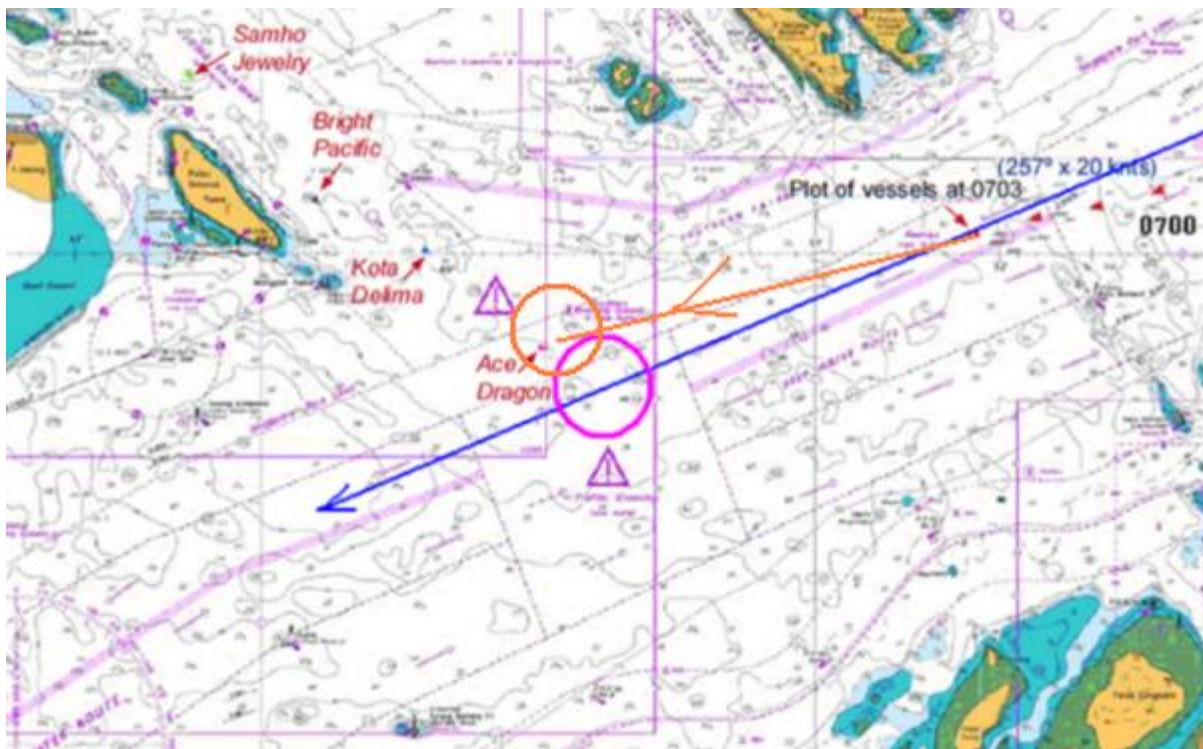
在橫越港區的時候，應該盡量延著航道的外檔行走。

記得前面提過，有了碰撞點，還要看清楚碰撞點的位置在哪裡？如果是在 precautionary AREA 裡面，該怎麼辦？

precautionary AREA 代表的意義，就是非請莫入，任何航線畫在 precautionary AREA 裡面的船，除非是要進港，否則只有三個字，錯，錯，錯。

再 C-16 時，MAERSK KENDAL 該有甚麼 SA 呢？下期再續

MAERSK KENDAL 該有甚麼 SA 呢？



0703 時，MAERSK KENDAL 位置如上圖所示，原航向藍色是是很明顯的錯誤，因為穿過了 PRECAUTIONARY AREA。此時只有看到四條船要出港，假設不知道這 4 條船的動向如何？從圖面上看，第一條 ACE-dragon 已經進入航道中間，所以可以假設他要繼續穿越，他的轉向點應該是在航道的內檔，也就是接近圖中所畫的紫紅色區域，這些就是我們要盡量避開的地方 PRECAUTIONARY AREA，所以我們就把航線，直接改到橘色的方向，大概 258 度。這樣等本船開到的時候，整條航線都是位於 precautionary AREA 外側，也就是航道的外檔。

至於第二條船的碰撞危機，可以改了航向以後再觀測，如果第二條船確定要橫越，他在本輪到達橘色區域時，航向不變，因為橘色區域是西航船的航道，他不可逆向航行，我們的工作是比較大家的金箍棒，誰先到碰撞點，先到後到都沒關係，只要不是同時到。(為甚麼要自己判斷，誰先到後到?不能看電子海圖或 AIS，因為你已經是我的門徒了?至於，如何判斷? 如何把金箍棒放大縮小，還記得嗎?)。

如果是第二條船與本輪同時到，也不要慌，因為他不會亂轉，前面說過。再看下圖，0708 時，該輪已經走到航道的外檔，但是船長不敢往南走 250，橘色的航向，因為前面第二條船 KOTA DRAGON 還沒過船頭，如果要買保險，也應該對著第二條船 KOTA DRAGON 的船尾開，等他過了以後，再走 250 度。但是船長慌了，可能是聽到第三條船碰撞警告的聲音，或是看到第三條船船的航行燈，便直接對著燈塔走 274 度航向，心裡想著第三條過了以後，在走回原航道。如果你也是這樣想，你就犯了同樣的錯誤，下一個擱淺的就是你。因為你忘了檢查，碰撞點在航道的何處?



碰撞點在航道的何處？

是在航道的外側，所以我們絕對不可能，把船開到航道的外側去避碰。如果黑色的圓圈，真的是碰撞點的話，那也是表示第三條船在碰撞時間的船位，就在哪裡。(碰撞點的定義，就是兩條船同時到達，同一個地點)，第三條船絕對不會飛起來，衝到航道中間，所以只要本輪順著航道中間開航，走 250 度，就不會有碰撞危機。這就是金箍棒第一定律，棒子指到哪裡？碰撞點就在哪裡。天理昭昭，絲毫不爽。

MAIB' s report on the grounding of the containership *Maersk Kendal* on the Monggok Sebarok reef in the Singapore Strait on 16 September 2009 presents some all-too familiar problems and a package of lessons to learn. Complacency, lack of voyage planning, failure of bridge teamwork and inadequate awareness of the information being provided by the Singapore Vessel Traffic information service, were contributory factors.

Two items in the report in particular caught MAC' s attention. The first is the role of cultural factors in the bridge team which were also covered in the report on the grounding of chemical tanker *Maria M*. In that case a abrasive and abusive Italian master resulted in a bridge team that was afraid to challenge, question or advise him. On *Maersk Kendal* the situation between the British master and an Indian chief officer was very different, they appeared to be on good terms and the master' s standing orders required the bridge team to question the master if in any doubt concerning his actions yet it still didn' t happen.

Says the MAIB report: "Although the master was approachable, he liked to get involved and to do things himself. This type of leadership carries the risk of working in isolation and, when not properly supported by the bridge team, can result in an error going undetected and unchallenged. Although the master, through his standing orders, had made it clear that the

OOW should question the master's actions when in doubt, this did not infer that the master would first discuss his intentions with the OOW. The master had not convened a bridge discipline meeting since joining the vessel on 17 August 2009 to clarify and reiterate his requirements, and it is evident that the chief officer considered it unnecessary to question the master's intentions or actions on this occasion.

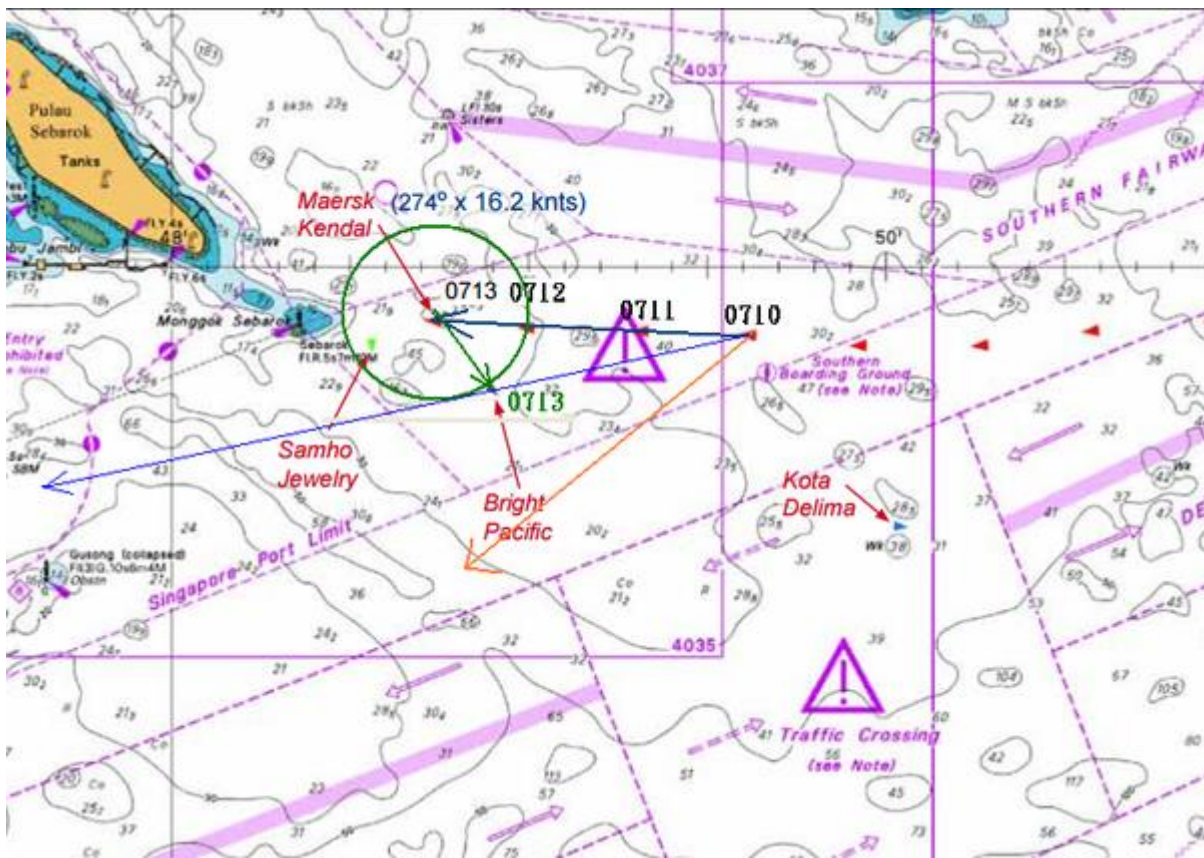
金箍棒第一定律，棒子指到哪裡？碰撞點就在哪裡。

聽起來，豪氣干雲，因為我們對金箍棒有指揮權。所以不要怕有碰撞危機，因為碰撞維基是由我們來決定，而不是慌慌張張，東怕西怕，要能夠有篤定的操船技能，就需要有足夠的操船知識，但是這些知識，都是從不外傳的，只有個人能夠了然於心，所以我們在這裡做的是宣傳的工作，因為現在的船員需要的工作技能太多，而且大部分都是操作面的記憶，有那麼多的新航儀，需要去熟練他的術語，以及用法，還有它的限制。這些對我們的大腦，都造成了一定的負擔。這條船的船長之所以會一錯再錯，就是因為他的頭腦設定了，就是這一個模式，在他心裡面根本就沒有想到，他可能錯了。因為一切似乎都還在掌握之中，誰知道連續過了3條船以後，第四條船又接著出現，這時候可怕的錯誤，才真正浮現，因為就是這第四條船，讓他退無可退，終於擱淺。



我們再看看7點10分的時候，他有什麼選項。這時候距離他傳已經只剩下一海浬了，(如何得知？前面有沒有說過，3分鐘的金箍棒，3分鐘的速度向量，代表的是本船的迴轉半徑，)所以如果要轉向避碰，他需要轉20度以上(這又是甚麼定律?)，橘色的航向是244度，剛好能夠回到航道上，避免碰撞。這時候應該是選擇左轉最好，但是第三條船會不會來撞本船？

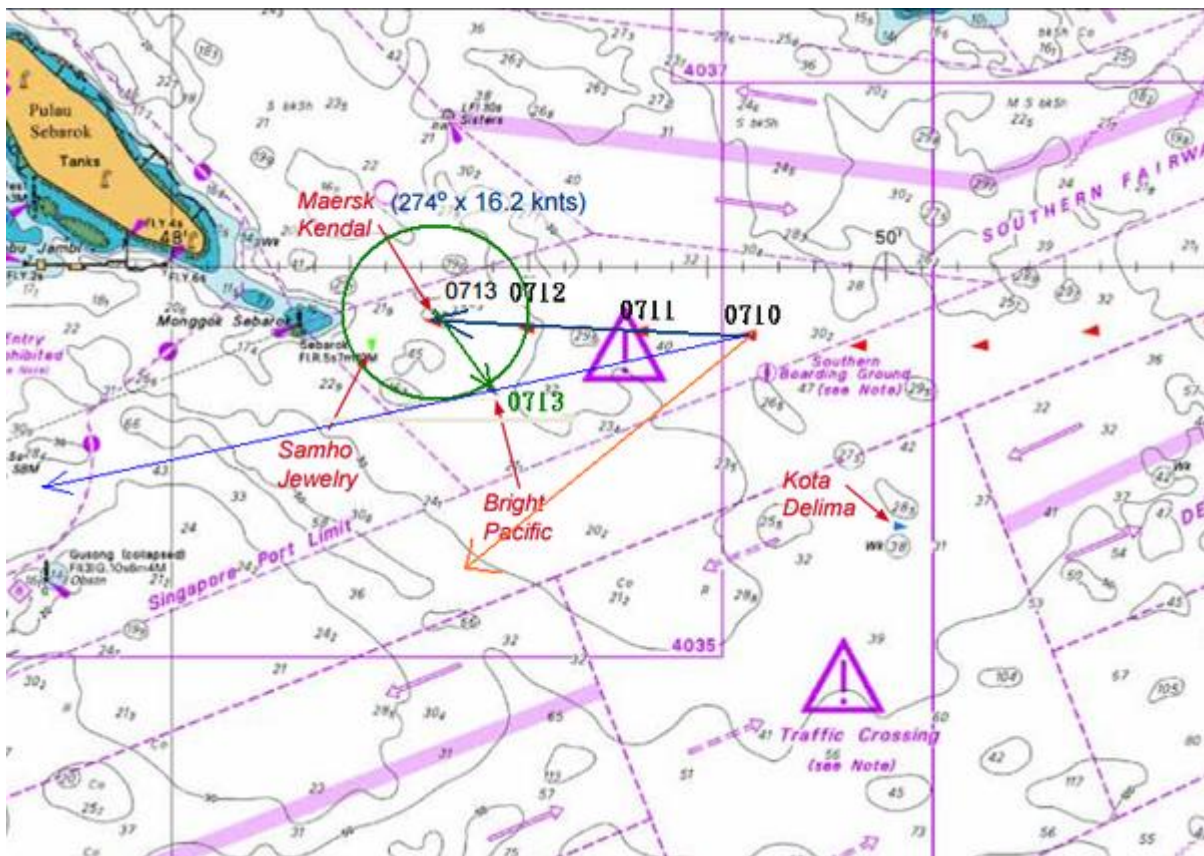
嘿，嘿，嘿，大哥！您那根就短了些，要不請看下圖，乾坤圈出現了。



乾坤圖就是第三條船，3分鐘的速度向量線(綠色線)，3分鐘的金箍棒所揮舞出來的圓圈，代表這條船三分鐘後所有的可能位置，就說是他的金箍咒，也不為過。反觀本輪的金箍棒(0710到0713的黑色線)，實在不必，受你的氣，走到240度(橘色線)是優良船藝，回到原航道，如果喜歡看風景，只要走到260度(藍色線)就夠了。所以說，大海其實還很大，只是大家受的訓練不足，才會那麼慘。

使用循環舵來減速-13

不然，就要在7點10分得時候，使用循環舵來減速，等速度減下來，所有船隻(第三條與第四條)都經過後，再回到原來的航道。

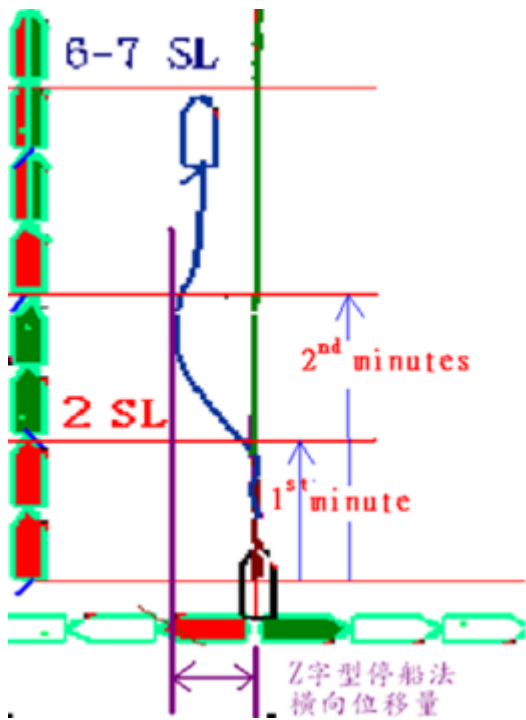


如果無法在限制水道內，大角度的轉向以避碰，主機轉速應當減到，僅能維持舵效的程度，以使用最大的速度減小量，得到最大的時間差。

如果初始速度很快，DTC 碰撞距離又不夠(TCPA 沒有足夠的時間來減少速度)，船舶應當用左右滿舵停船法來減速，

，迫使速度降下來。

如果初始船速很慢（5 節以下），車令應當用“CRASH ASTERN”，來得到更多的時間差。



Z 字型減速不是普通的操船，目的是能使船舶將速度減下來。用滿舵的舵板去擋水減速，當然效果有限，但是因為船體迴轉，利用船身與船隻的前進方向的不同，產生的阻力來煞俾減速，卻是個不錯的方法。迴轉動力產生的漂流角，使整個船體在水中的動作，像一個巨大的舵板在擋水。如上圖船身的方向是紅線，船隻的前進方向是藍線，當然兩者的夾角越大，減速效果越好，前提是船隻不可失去控制，也就是迴轉速率，始終都在我們可以控制的範圍。

那要如何做 Z 字型減速呢？ 下回分解。

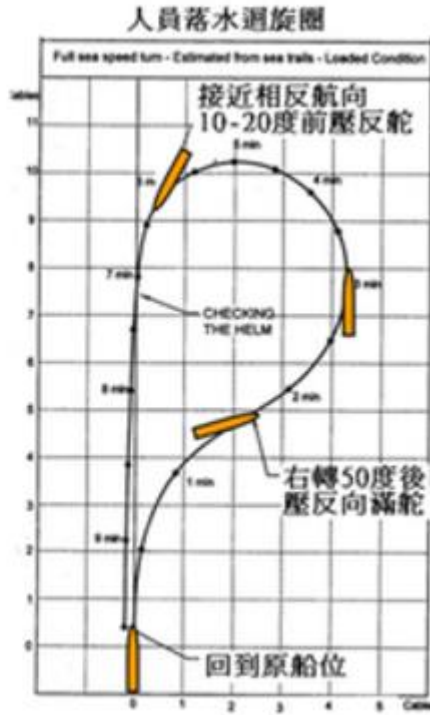
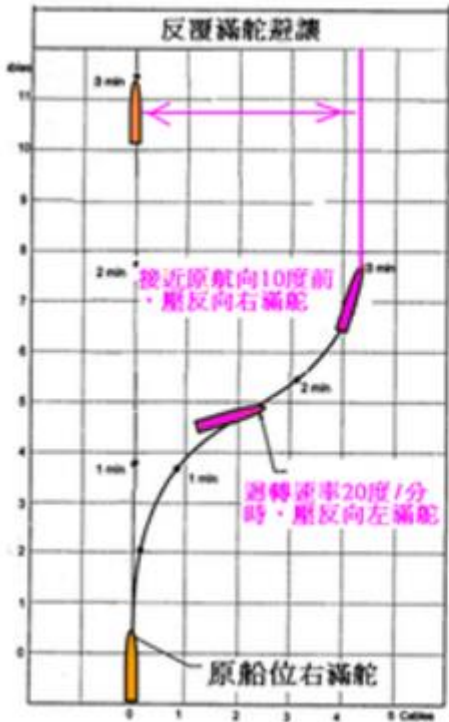
Z 字型減速法 = 左右迴轉減速法

當一個船長第一次上一條新船工作時，建議應該是做 Z 字型減速的操船測試。收集這種船舶 Z 字型減速迴轉特性的知識，當使用的時機來臨時，船長將會得到許多的幫助。用於避免碰撞，是使用這些減速知識的時機之一。每當有機會，提前半小時抵達引水站，且周圍沒有其他船隻來往困擾的時候，船長應當找個適當的海面，把速度降低到在港的全速 HARBOR FULL AHEAD，並穩定在新航線上，以便測試。

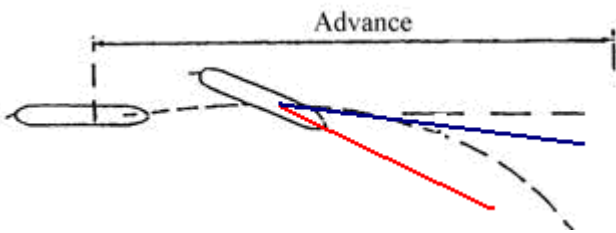
所有的位置應被精確的定位，使用 GPS 可以得到更好的幫助，因為在新的機型，只要按一個單獨的按鈕，便會有記憶過去船位的功能。DGPS 的位置誤差，更可以在 15 米之內。前面說的是十年前的事，現在只要看看 ECDIS 電子海圖資料處理系統的顯示器，一切的資料都一清二楚，現在其實已經進入，人人可以做領港的時代，好像有了飛行模擬電玩，人人都會開飛機的時代。

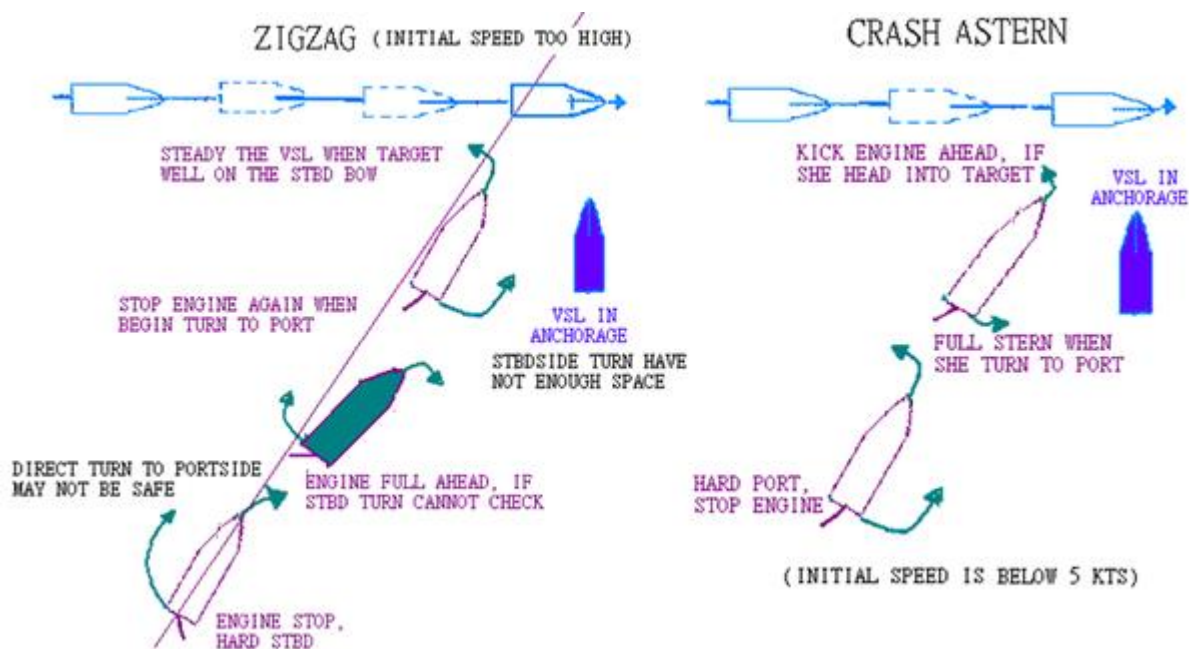
當航向與航速都穩定了以後，船長就可以開始測試，現在應當停車，用滿舵使船舶迴轉。用滿舵聽起來是荒唐的，有經驗的船長，可能牢記于心的，船舶在迴轉的時候，在一些階段，迴轉速率太高的話，迴轉可能會失去控制。例如用某個舵令(如 5 度右舵)來啟動船舶迴轉的時候，如果回正舵(MIDSHIP)以後，迴轉率沒有降低，就需要將近雙倍的舵角(如左舵 10 度)，去阻止迴轉。即使我們立即用雙倍的

反舵，來穩住船艏向，船首向有時仍會，超出先前設定的艏向一些角度(OVERSHOOT)。控制船艏向的重點是，控制迴轉速率。這是我們操船的技术盲點之一。



Z字型減速不是普通的操船，目的是能使船舶將速度減下來。用滿舵的舵板去擋水減速，當然效果有限，但是因為船體迴轉，利用船身與船隻的前進方向的不同，產生的阻力來煞俾減速，卻是個不錯的方法。迴轉動力產生的漂流角，使整個船體在水中的動作，像一個巨大的舵板在擋水。如下圖船身的方向是紅線，船隻的前進方向是藍線，當然兩者的夾角越大，減速效果越好，前提是船隻不可失去控制，也就是迴轉速率，始終都在我們可以控制的範圍。





有了這個觀念以後，我們就可以看看以下的操船。第一步是停車打滿舵。

Z 字型操作是，在主機停車的情況下運用的。沒有主機的推進，舵效通常會減弱。沒有主機轉速，船舶在其後階段，終將會失去控制。主機停俾後，在何階段？船舶會因為船速的降低，船體對舵角不會再有反應，應在新船下水海試的時候決定。

不清不楚是不是？那也不能怪我，因為我們是不同的 LEVEL，不是說，我比較高，那是我浸淫日深，我也沒辦法，一次就讓你懂，有興趣再看下一篇，要不等你胡子硬了，再來吃回頭草啦。

取得船舶在不同指定船艏向下，迴轉性能的必要瞭解。

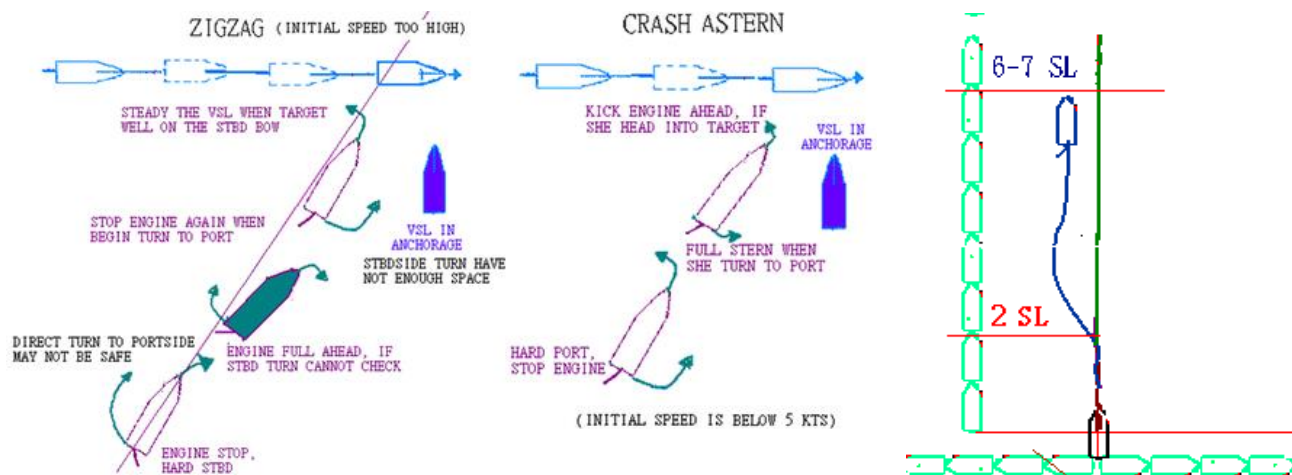
在第一次做 Z 字型操船，只要從初始的航向，做 5 度的轉向。用滿舵來啟動最初的轉向，壓舵時也應當用反向的滿舵來壓。如上圖，在船隻停止轉動之前，艏向可能將多出預定航向 10 或 15 度 (OVERSHOOTING)，保持使用反向滿舵，以制止船隻繼續迴轉，使船艏向朝向初始航向相反的 5 度迴轉，當相反的 5 度船艏向，已經到達時，應運用反向滿舵來壓回，使船舶停止旋轉。重複這個 Z 字型運轉，直到船舶艏向失去控制。在沒有主機排出流的情況下(主機無轉速，即使有轉速，也是順著船速產生的順轉，無排出流)，使船舶穩定在我們需要的航向線上，是需要我們上面提到的，**控制船艏向的重點是，控制迴轉速率。**

如果用反向滿舵不能制止，船舶做的第一個 5 度迴轉(迴轉速率無法降低)，你便可知道，你手上得到的是一條舵效不穩定的新船。這種船，如果沒有主機推進時的排出流，用舵迴轉，經常會失控。大多數的船，不會發生這種狀況。當然原因也可能是，船速太低或風力流水太強。船長必須自行判斷，主要的原因是甚麼？如果天氣不好，測試出來的結果，不應該拿來參考。如上圖本船在第一個右滿舵後，船艏向不停的向右轉去，右舷又有船隻在下錨。這時舵效不穩定船的操作，我們不得不用主機短進俾的排出流(Kick Ahead 踢進)，來停止船隻的迴轉與失控，本輪必須使用短而強的進俾 BURST ENGINE AHEAD，去產生排出流與需要的舵效，以制止右轉過度。

當本船已經用過兩三次滿舵，做Z字型減速操船，本船速度徹底降下來，相要停止迴轉的時候，滿舵的舵效也減小了。如果不用主機來停止旋轉(Kick Ahead)，我們將失去對船隻的控制。

在第一時間，船長應試著去瞭解：

1. 在舵效不穩定前，本船可做到幾次左右搖擺？以減速。
2. 在舵效不穩定的時候，船隻的殘餘速度？
3. 在舵效不穩定的時候，本船會前進幾個船身？
4. 在舵效不穩定的時候，本船與原來的可能碰撞區 POC 距離是多少？
5. 在最後用主機(Kick Ahead)來停止旋轉的時候，船身能否穩定在原航向上。



不同指定船艏向

不必這麼麻煩嘞，另一種更快的方法是首先停車，給舵工下達右滿舵的舵令，當迴轉啟動後，指定航向為原航向加5度。當舵工穩定在右邊5度的新航向時，下達左滿舵的舵令，並指定航向到原航向減5度。如此反復以上動作數次，直到沒有舵效，以此取得上述4種資料。這在繁忙水域，需要精確控制船舶航向的時候，作用更有效率。但是這種快捷的操作方式，與舵工的操舵習慣和經驗，都有很大關係。當本船以高速接近領港站時，通過停車和Z型操船，來使船舶速度，減到可以接領航的速度，是非常有效的。這是Z型減速操船的第二種作用。

那高級班無料大放送，到此為止，相信各位都有概念了。

這條轉彎的碰撞線？-16

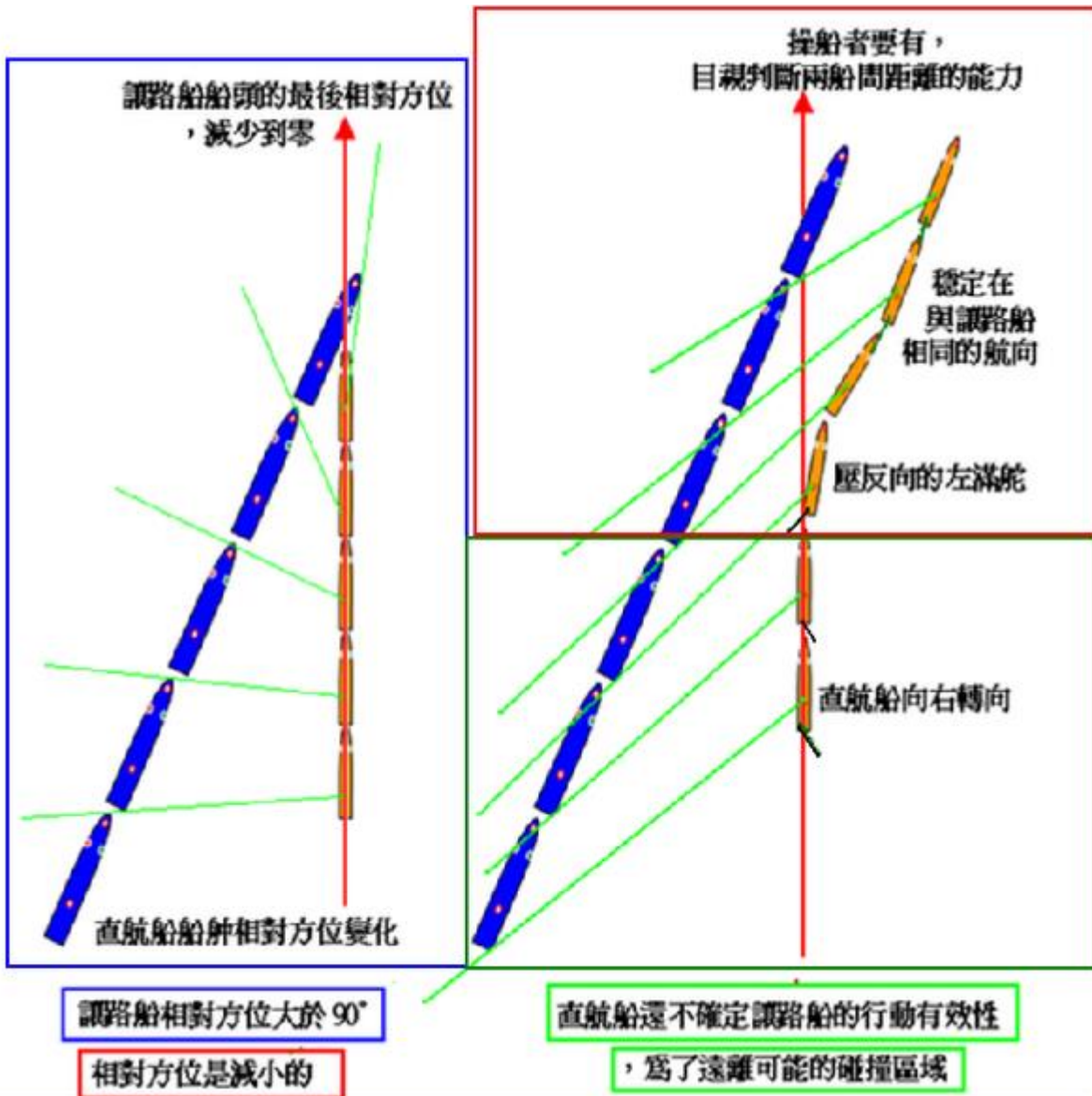
船隻的碰撞線很少是直線，因為船隻在轉向的時候，軌跡是一個曲線。不幸發生碰撞時，經常都是在曲線的部分。不幸的是，這一塊區域被有意的忽略，和無意識的放下，請看下圖，

左邊藍色的這一塊，就是避碰規則規定的區塊，本船北上直行，忽然有一條船從後面追上，藍色的船沒有要讓路，本船必須開始避讓的措施。

實務上，只有要求到下面綠色的這一塊，直航船應該向右轉向，考慮到時間的急迫，使用右滿舵啟動迴轉。

本船應該同時避讓他船，問題是，到此好像有避讓行動，就會天下太平。後面的紅色這一塊，打了舵避讓以後，會發生什麼情形？然後有什麼最好的選擇？就束之高閣，沒有為我們準備好這最後一哩路。

碰撞就是發生在最後的這一里路，船又是地表上最大，如此一條龐然大物，要在近距離操作，在心理生理都是強大的壓力，難怪現職海員，會對操船，如此的焦慮。因為後面這一塊紅色的區域，他沒有心理準備，遇到的時候，能夠正確決策的，都是頭腦冷靜的，腦子比較好使的，其他人不是經驗不夠，就是腦子不好駛，只好挫著等，眼睜睜的看著，事情的變化，僥倖沒事的，帶著負面情緒，過著餘生，有事的，悔不當初，當初為甚麼不好好瞭望？

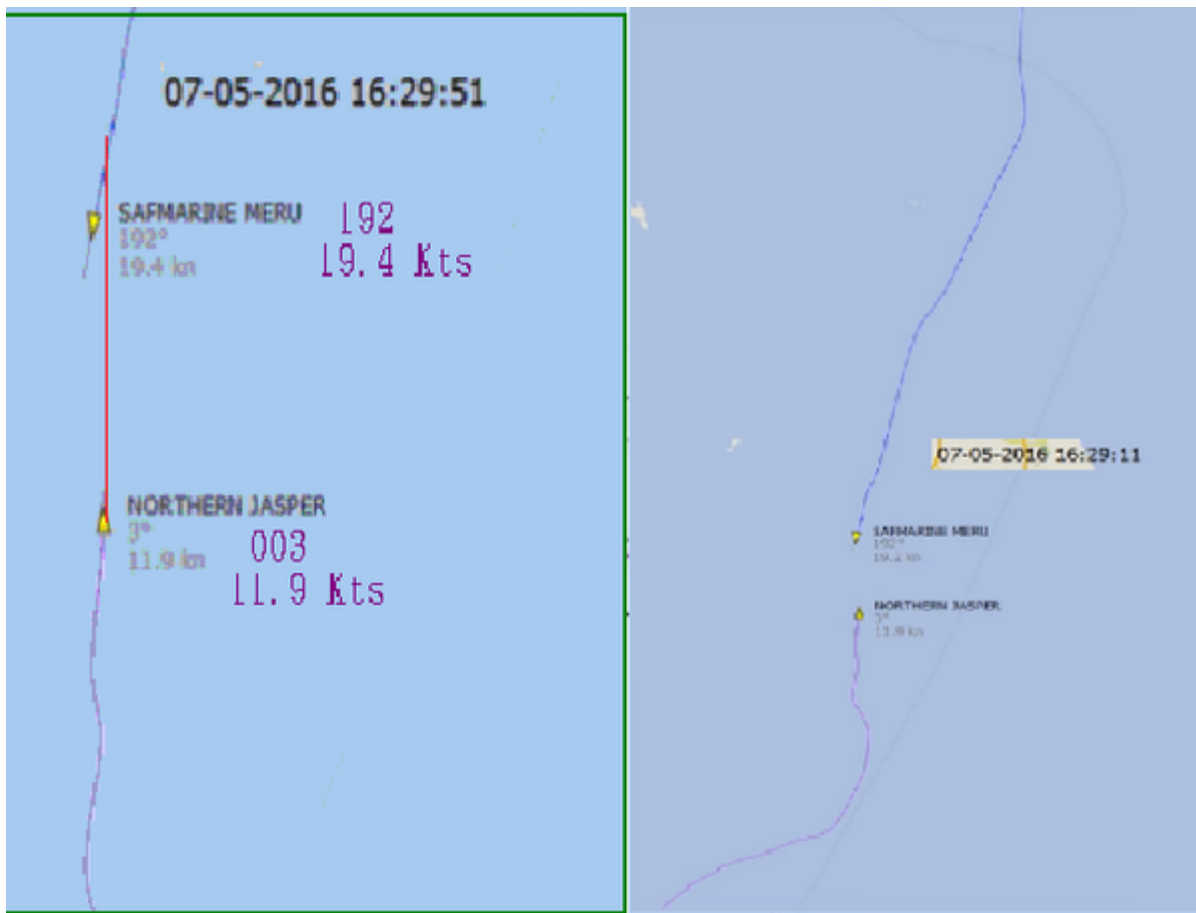


要知道事實嗎？事實上，你是受害者。就算要撞，我們也要撞的漂亮，很多時候，我們卻是直接矇了，卻還不知道錯在哪裡？

那我們要來看看，這條轉彎的碰撞線？下回分解

碰撞前 10 分鐘(29 分 51 秒，上左圖)，大家都很爽，高興怎麼開就怎麼開，當然現場也許有不得已的苦衷，因為有太多的漁船要避讓。所以北上船，也只能一條一條的讓，才會造成海面上蛇行的軌跡，只是這位大哥以他 11.9 節的速度，需要避讓到眼睛都看出來的扭動，這人未免也太小心謹慎，緊張兮兮，所以我們看的可憐，不過可能是，他對碰撞點的認識不足。所以就矇著頭亂轉，採取很多航向的改變，以求心安。但是世界上的事情，就是這樣，你越怕出事，結果就越出事，我們再看下一個可能。

看看 29 分 11 秒之前的軌跡，真的搞不懂這兩條船，到底是要開去哪裡？有沒有想過？我東轉西轉，最後不小心擱淺的可能。所以在海上，提著腦袋在幹的人，也不只一個。是應該要有人出來改變一下這個情況，如果每一個上船的船副，都是這樣硬著頭皮亂轉，不但在船的船長，就是在管理船員的公司，都應該出來做一點事，否則大家晚上睡覺，都不得安寧，運氣好點下了班的船副，也是得了壓力荷爾蒙，等著過勞死。我們還要想想 AIS 這麼普遍，船員還能混嗎？以前公司不知道，船員的能力如何？是天高皇帝遠。現在賣一雙襪子，都在叫物聯網，船訊網已經是現實，船員是該自立救濟一下。



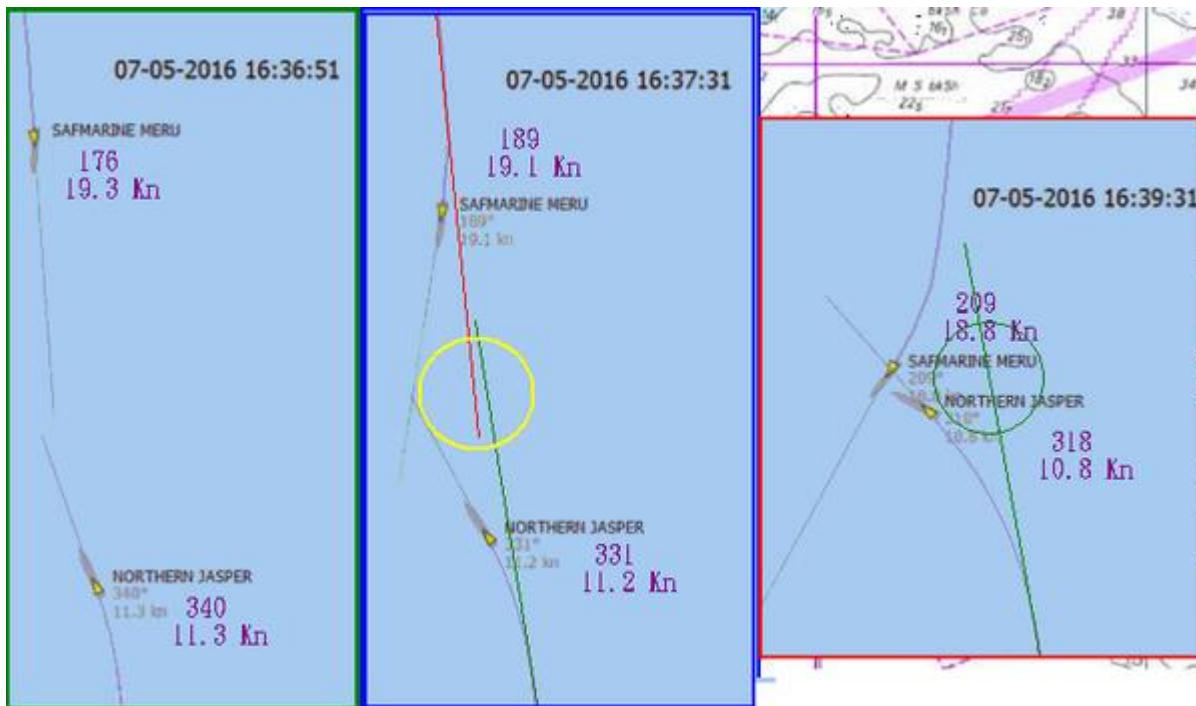
首先我們來看看這兩條船，那這兩條船都是帶把的，也就是有種。這兩條把就是他的金箍棒，這個金箍棒啊，有長有短，這樣子就會發生不少的誤會，我們看這兩條船原來的航向，一紅一綠，本來是可以無害通過的，只是呢，金箍棒比較短的一條船，想說他可以搶在南下船到達之前，完成迴轉，所以就直接向左轉向。

南下的船卻認為，對方無理取鬧，怎麼可以向左轉。所以他被逼的，採取向右轉的行動，誰知道對方步步進逼，最後造成碰撞。這都是因為對金箍棒的性質不了解，這一條金箍棒很明顯，就是3分鐘的速度向量。

36分51秒時(下圖)，南下船走176度。北上船從003度左轉23度，走340度，此時，該輪正在穩定回轉中，直到三分鐘後發生碰撞，迴轉速率都沒變，大概每分鐘12度(讓人懷疑，是不是沒看到來船，用AUTO PILOT在轉向)。此時金箍棒似交未交，我們劃出黃色可能的碰撞圈，JESPER的兩倍船長直徑。如果南下船直行，北上船持續左轉，是不會有碰撞的。這是金箍棒第一定律，指向哪哩，打到哪裡。別人帶著金箍棒穩定左轉(先轉)，你卻要帶著金箍棒，匆匆忙忙去跟人家打KISS(後轉)，也就是說，趕去送死，不右轉不會碰撞。本來你有機會，把它撞沉的，你卻跑去，給人開膛破肚。可見，不懂操船的盲區，可能送命，貓跟老鷹打架，這種教訓，一輩子可能只有一次。

南下船從192度左轉20度到173度，又右轉到189度去找麻煩(37分31秒，下圖中)，北上船如果穩住在331度，也不會有碰撞，偏偏北上船持續左轉，注意時間，現在是碰撞前2分鐘。

(2 MINUTES WARNING: 很多人不懂，踢足球賽90分鐘，最後兩分鐘時，會有一個提醒，兩分鐘警報，就跟跑5000公尺，最後一圈時，會有人搖旗吶喊是一樣的)。



欲知後事，2 MINUTES WARNING 如何？請看下回分解。

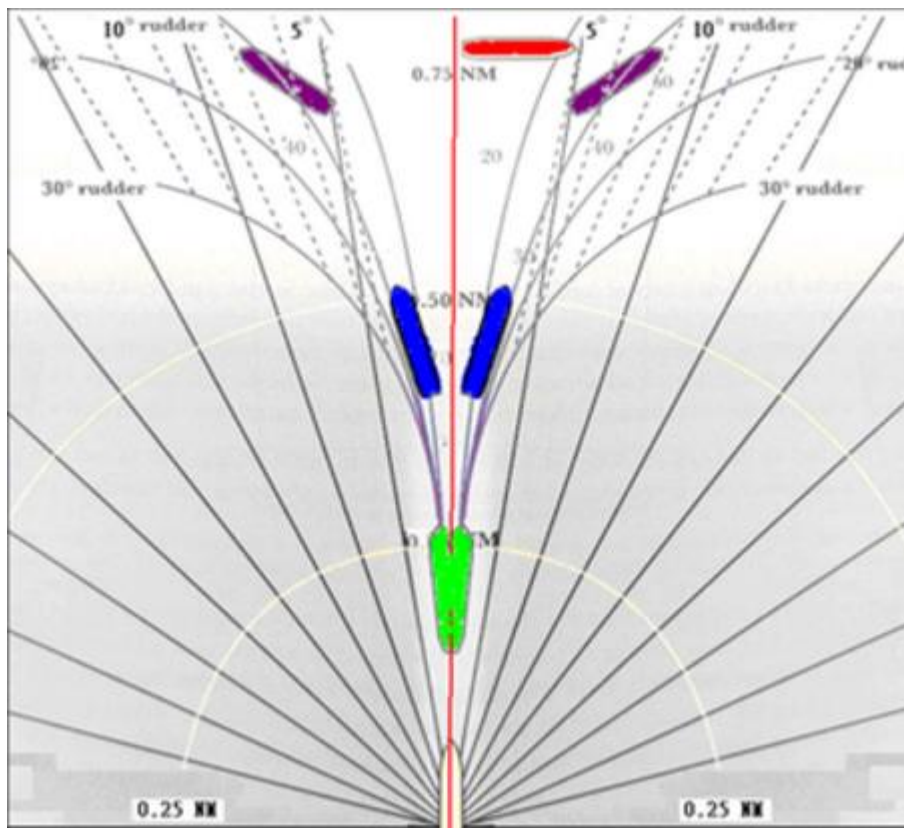
上次提到，兩分鐘警報，有甚麼重要？您還記得金箍棒是多長嗎？是三分鐘，對罷？

金箍棒有沒有打KISS，就決定了你的碰撞危機。如果金箍棒沒有打KISS，恭喜你，姿勢再醜都沒關係，可以過就好。

在這麼近的距離內，一海浬範圍之內，本船只有兩次有效的用舵時機，(一次滿舵要有3-4倍的進距，船艏向才會改變90度，兩次滿舵需要6-8倍進距，才能完成)那就是，右滿舵緊跟著左滿舵；或者左

滿舵緊跟著右滿舵。其他的用舵角度，只是浪費你的時間。如同是在作左右滿舵停船法一般（後續），同樣的操作，可以做減速之用，在這裡卻是不得已，必須取出左右滿舵後，本輪所取得的正橫距離來避碰。

如果金箍棒有打 KISS，你要看看如何解法，最快又保險？是罷，我就給你看看。



上圖是條小船，每一圈 0.25 海裡，代表他用舵迴轉後，第一分鐘船隻的位置，這個叫江詩琪，沒那麼好聽啦，是僵屍期。本船堅決不動，不管是左舵右舵，大舵小舵，舵板角度打了，但是船隻不動如山。由綠色船代表僵屍。在這個圖表裡面，每一個階段可以用 0.25 海裡去代表(白色弧線)，這只是為了我們方便討論，跟船上的實際操縱特性不同。不管怎樣，船的全長與所需要迴旋半徑的大小，密切相關。

所以，只有一分鐘是無法避碰的，實際的情形是由北上船現在的位置，37 分 31 秒已經穩定左轉，每分鐘 12 度，他船的相對方位在增加中，對照於上圖，等於北上船是在迴轉的第三階段，從藍色過渡到紫色船，會快速左轉，但事實不然，北上船仍然穩定的左轉，以致於碰撞。可能是用自動舵在轉向

避碰前提是，金箍棒不能打 KISS。兩分鐘警報時，兩船對開，只有高速船有解藥。請看下圖，

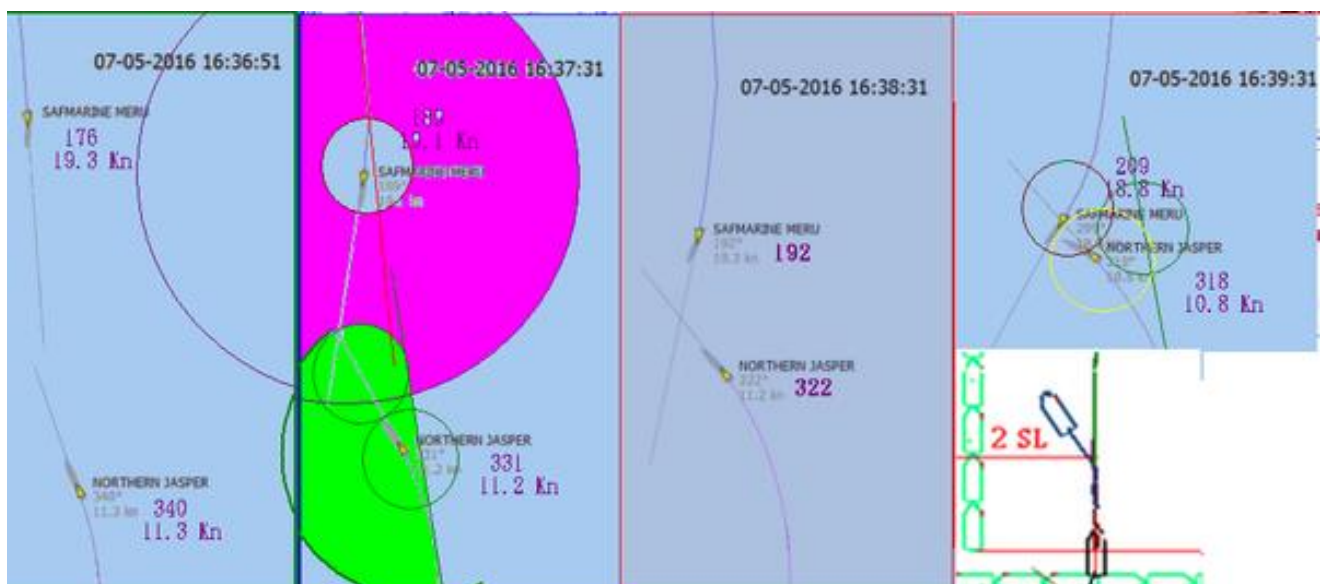
- 慢速船的作法：高速船的乾坤圈比較大，慢速船沒有操作空間，因為左轉右轉，都可能遇到高速船的紫色乾坤圈，這時最好做左右滿舵停船法，降低船速以應變。

- 高速船的作法：對高速船來講，慢速船的金箍棒雖然短，但是還是有他的綠色乾坤圈，北上船以3分鐘速度向量線畫的乾坤圈，是大的綠色圓圈。如果你也是這樣想，表示你還是船副級的程度。因為用舵以後的第一分鐘，是僵屍期。慢速船的綠色乾坤圈，左右是不對稱的，簡單的說，就是左邊大右邊小，因為他在左轉。

高速船的解藥，不是金箍棒，避開綠色區塊。其實是和慢速船一樣，左右滿舵停船法，

只是還多了一個考慮，是先左滿舵？還是右滿舵？

- 過了1分鐘以後，南下船航向由189度(37分31秒)轉到192度(38分31秒)，迴轉速率每分鐘3度，顯然太低，是在迴轉的第一階段，是僵屍期。
- 對照前一分鐘，由176度(36分51秒)轉到189度(37分31秒)，迴轉速率每分鐘13度的快速右轉，可能南下船，只有下令右轉個15度到190度(38分31秒)。
- 看到慢速的北上船穩定左轉，高速船決定要繼續向右轉，他沒有想到右轉是羊入虎口，已經來不及了，是去送死。綠色乾坤圈，左右不對稱。
- 先不管船隻的回轉慣性，還是看看碰撞點，再決定該怎麼辦？這是我們的基本功對不對？金箍棒有KISS，
- 碰撞點是在南下船金箍棒的3分之2處，表示2分鐘後會碰撞，結果確實如此。此時用舵右轉，會進入迴轉的第二階段。上圖，藍色船的可能位置。
- 碰撞點是在北上船金箍棒的3分之3處，表示3分鐘後會碰撞，此時用舵轉向，會進入迴轉的第三階段，上圖，紫色船的可能位置。
- 由金箍棒的交點可知，南下船先到，北上船後到，南下船破肚，北上船破頭。
- 南下船是先左滿舵？還是右滿舵？右滿舵的答案，就是下面的照片。
- 先左滿舵呢？也許可以回到176度(36分51秒)的狀態，
- 見右下圖，左滿舵先轉，採取與他船相平行的航線。避免破肚或被追尾，如果船尾被撞，這條船基本就是毀到了。

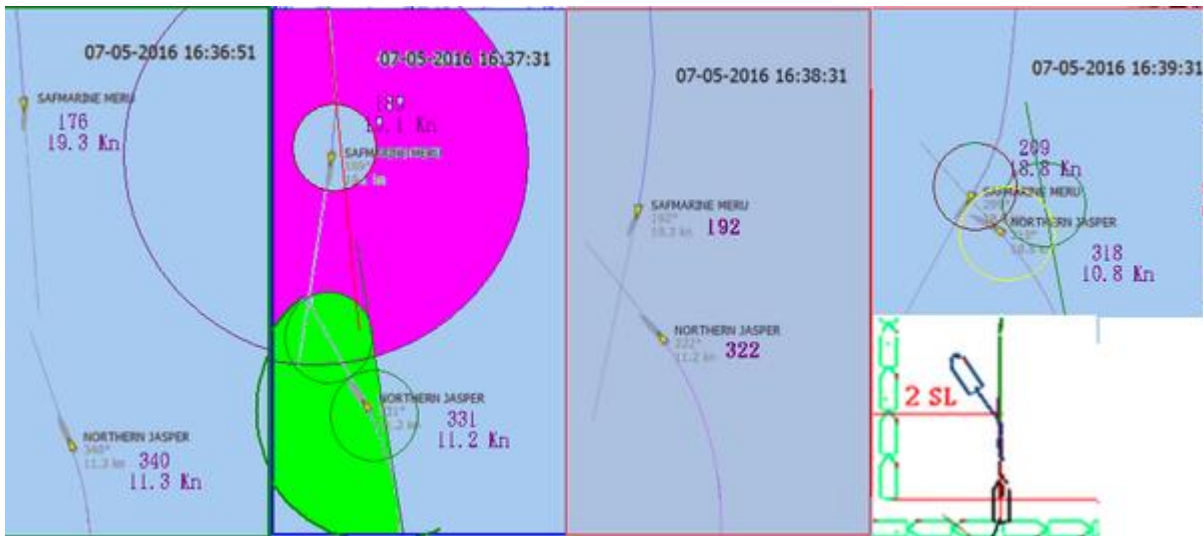




由金箍棒的交點可知，南下船先到，北上船後到，
上圖：南下船破肚，北上船破頭。

三分鐘的金箍棒決定一切 -19

碰撞區本來是在綠色區域，因為這兩條船一個右轉，一個左轉，就撞在一起。看圖是很清楚，是不是？那表示你已經功力大進，你可能不知道，你現在的能力，可能是前輩跑了四十年船，想有卻不知如何得到的 SENSE。所以你會被質疑，會被誤解，如何解釋？就要看你的功力了。



教訓是：三分鐘的金箍棒決定一切。

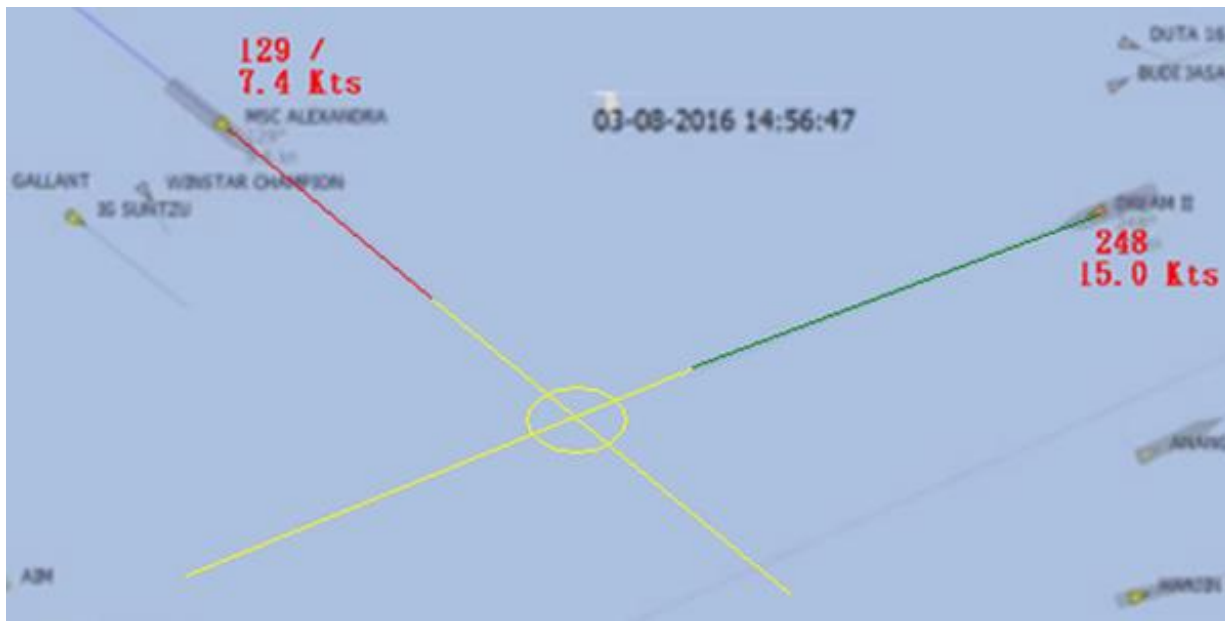
- 三分鐘的金箍棒，有 KISS 就有碰撞的可能。
- 如果三分鐘前，他船已經轉向，金箍棒沒 KISS，就不會碰撞。
- 說的輕鬆，如果金箍棒不是設的是三分鐘，就看不出來，把左一圖 36 分 51 秒的金箍棒放大，就會有交點，是不是？有交點看起來就是會碰撞。有交點就會有焦慮，就會誤判。對不對？
- 誰把金箍棒設在三分鐘的長度，誰就有 SITUATION AWARENESS，知道接下來會發生甚麼事？

- 重不重要？當然重要。誰要堅持？你要堅持。誰管你？你只能等待，自己做了船長再說。如果是航行班，那你已經知道，CLOSE QUARTER SITUATION 近接態勢時，有碰撞疑慮時，

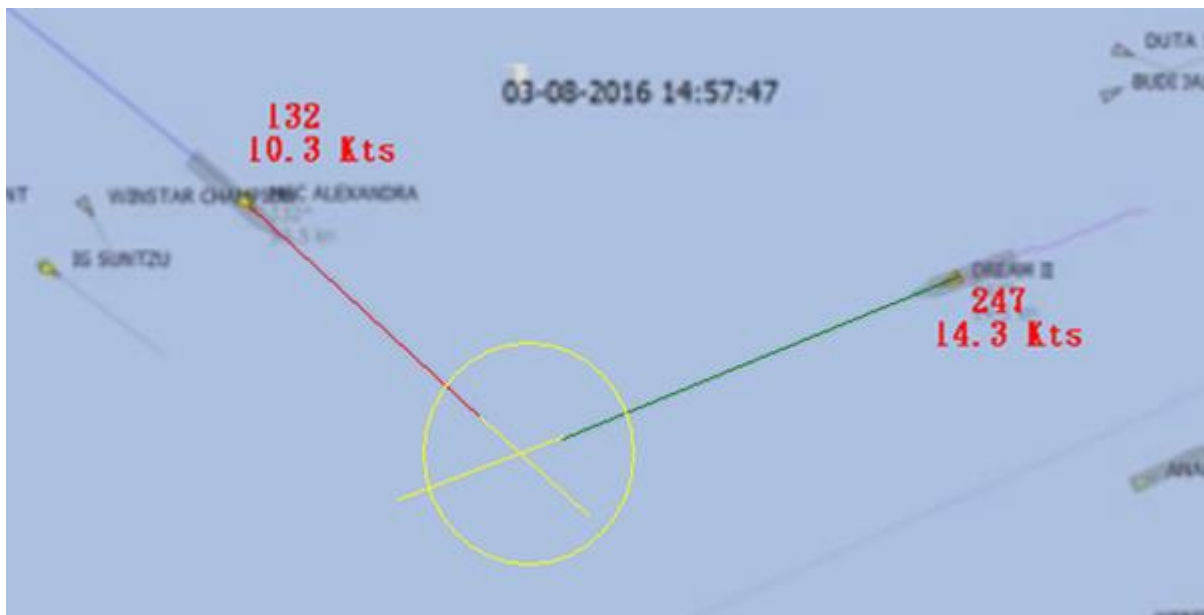
應該把金箍棒設在三分鐘的長度。

三分鐘金箍棒= 碰撞線 撞入者死 - 20

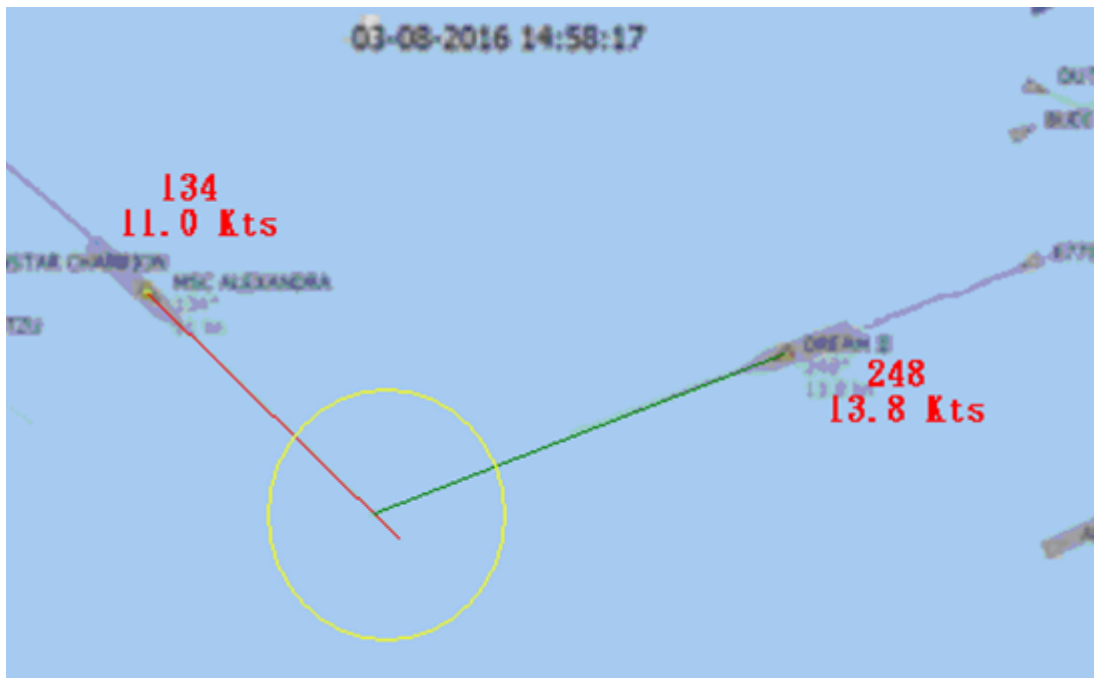
寫到這裡，我終於知道三分鐘的速度向量線，就是碰撞線，撞入者死。我們再看看下例，



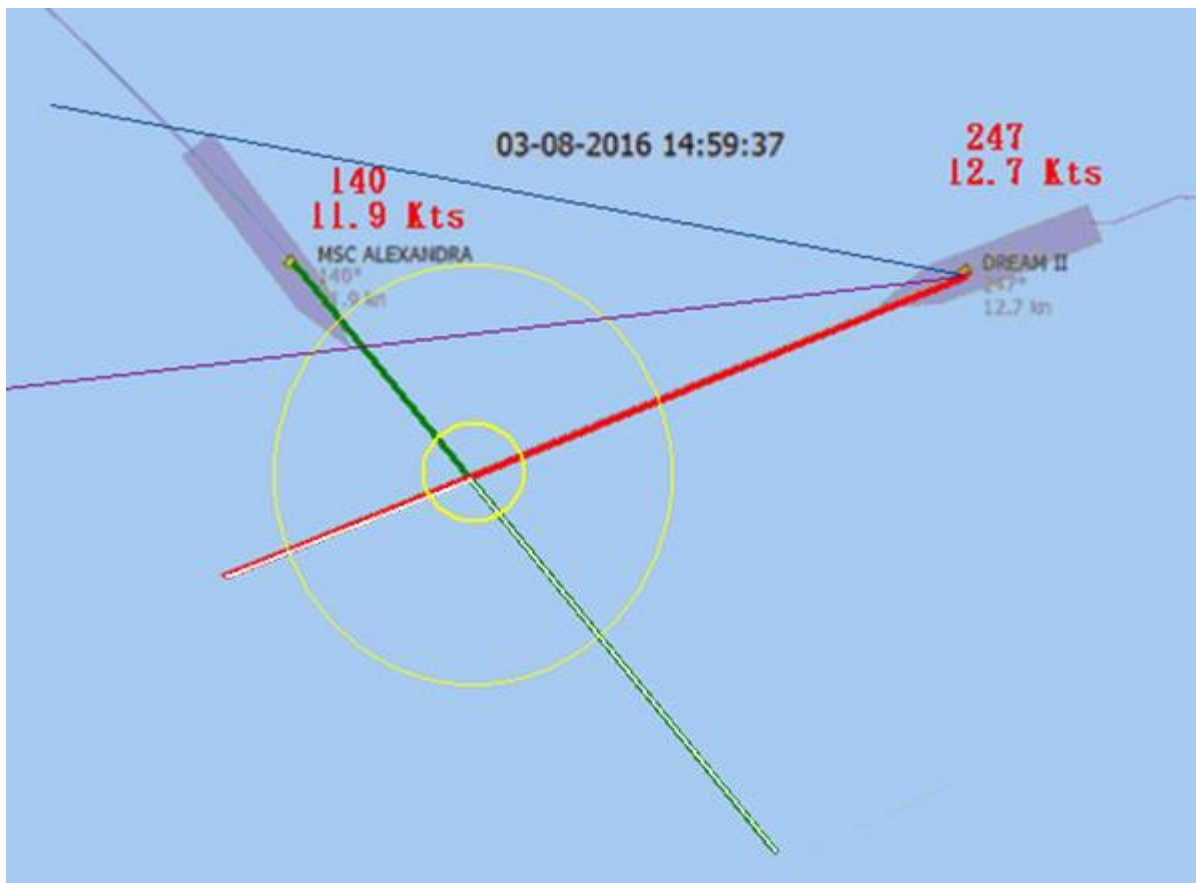
綠色船在航道西航，紅色船要橫越航道。C-4 碰撞前 4 分半，56 分 47 秒，只因為綠色船沒有把金箍棒設出來，對碰撞情勢判斷不清，胡亂加速，造成碰撞。



C-3 碰撞前 3 分半，57 分 47 秒，綠色船胡亂加速，由 7.4 節加俾到 10.3 節，金箍棒加長 3 分之 1，沒事變有事。



C-3 碰撞前 3 分鐘，58 分 17 秒，金箍棒打 KISS，綠色船持續加速至 11.0 節，碰撞時是 12.0 的船速，估計 3 分鐘(01 分 17 秒)後碰撞，因為碰撞線就是這麼長，碰撞態勢被撞屁股，果然如此。



C-1 碰撞前 1 分鐘半，59 分 37 秒，一分 20 秒後，金箍棒打 KISS，應是紅長綠短，撞上以後，就沒有所謂的金箍棒(所以圖上，碰撞點後的金箍棒變空心)。

綠船 1 分鐘以後到碰撞點，紅船 2 分鐘以後到碰撞點。時間不太一樣，有可能綠船可以先過，這一分鐘的時間差，又被綠船補上。

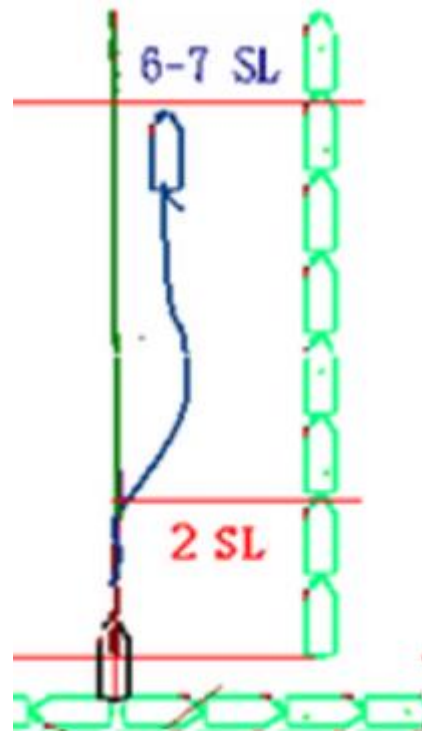
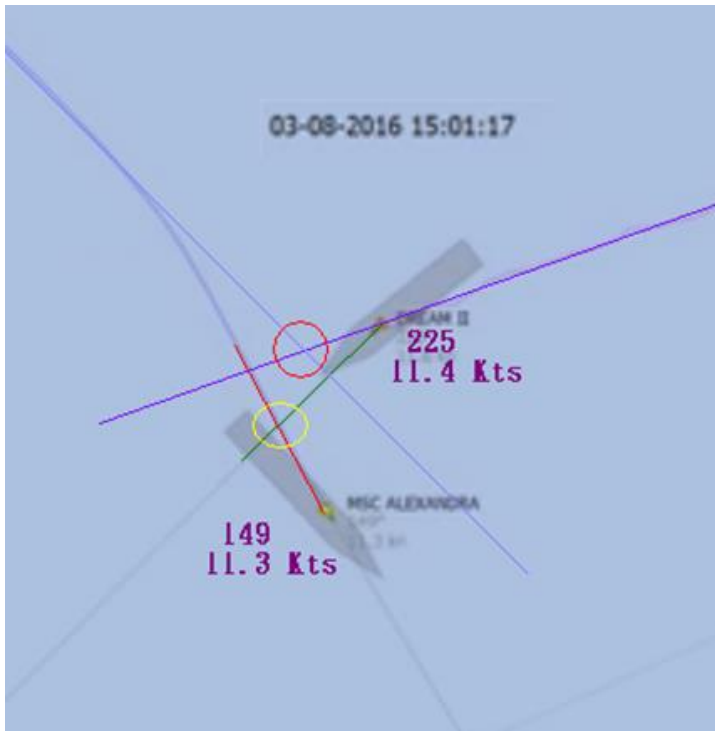


綠船先到，頭過尾不過，被挖屁股。

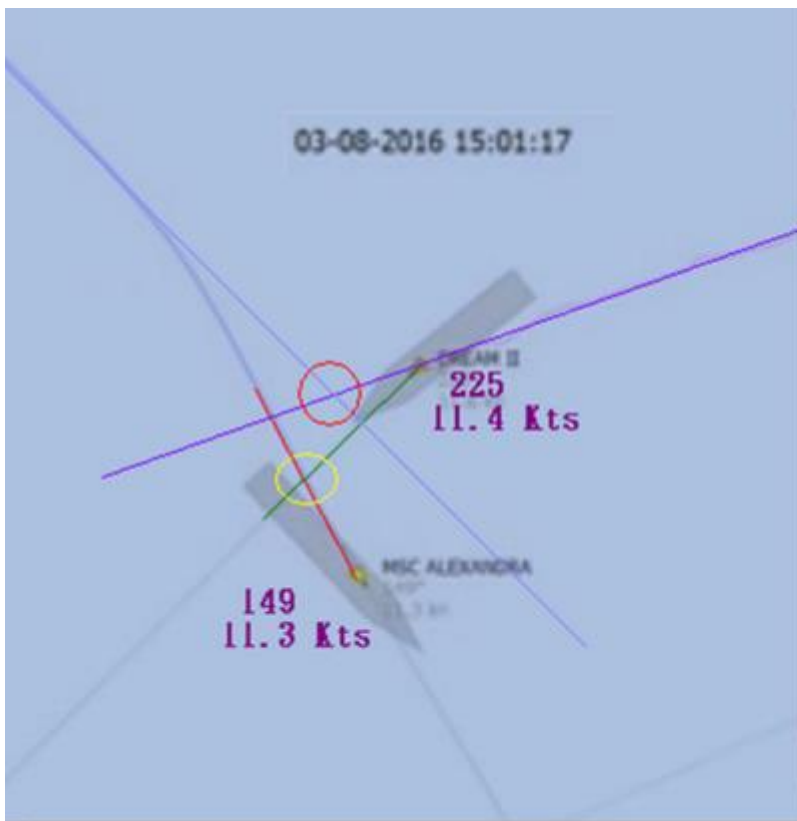


紅船後到，挖人櫃子，夾到船員，甲板抓寶。

欲知後事如何？請看下回分解。



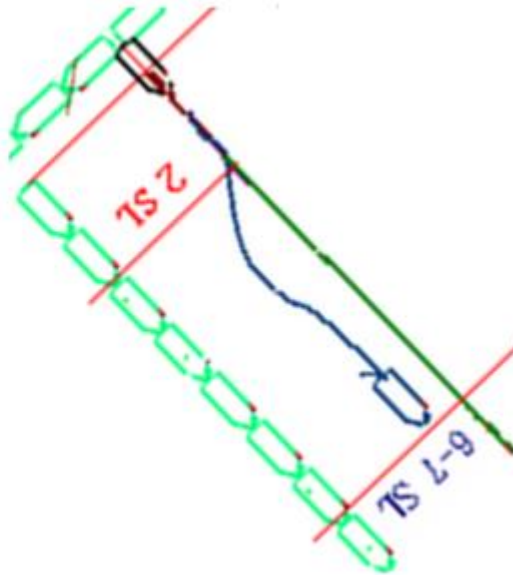
左右滿舵停船法海上實例 - 21



這是一個左右滿舵停船法，在海上避碰的實例。

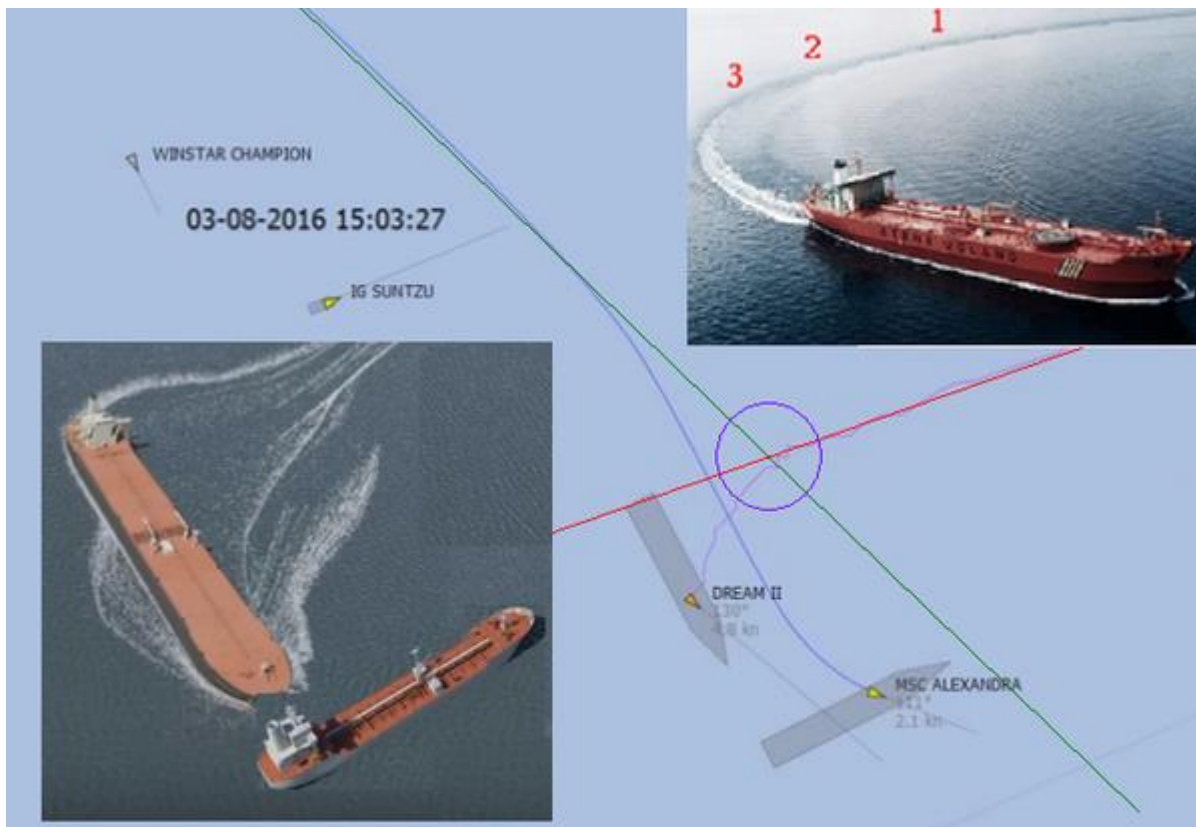
拜現代 AIS 系統的幫忙，我們可以看到真實的操作，左邊是碰撞時的 AIS 資料，右圖是

1. 先使用了右滿舵，向右邊避讓，這是迴轉的第一階段，要等船頭經過兩倍船長(2SL: 2 SHIP LENGTH)後，船頭才會開始轉折，
2. 進入迴轉的第二階段，開始向右轉，迴轉速率還沒建立，此時要立刻打左滿舵，但是船隻還會繼續向右轉，因為已經有了向右轉的趨勢，還要再等約 2 倍船長的距離(不信可以用分規量一下)，這時著左滿舵的功效，才會慢慢出現，船頭開始向左轉，
3. 等到船頭向左轉以後，立刻使用右滿舵，這時船頭還是會，繼續向左轉，
4. 等到船頭向右轉以後，立刻使用左滿舵，此時船隻已將近失速，也就是快要沒有舵效的時候。
5. 此時無定舵，要看風向水流與現場狀況，來作操作。



左右滿舵操作，創造了船隻右邊的正橫距離如同上圖。同樣的操作，可以做減速之用，在這裡卻是不得已，必須取出左右滿舵後，本輪所取得正橫距離來避碰。

考慮到人類智力的限制，今天就此下課。



The container ship VLCS 大型貨櫃船 has overall length of 365.80 m, moulded beam of 52.00 m and maximum draft of 12.00 m. The vessel has deadweight of 165,908 DWT, gross tonnage of 153,115 GRT and capacity to carry 14,000 TEU. 綠船迴轉性能是啟動慢，迴轉慢，是船體尖的船(長寬比: 365.8/52)，吃水淺(12.00 m)，降速快，橫向 90 度，水下體積小。尖船的特性，就是船隻的迴轉速率增加慢，迴轉速率減少快，換句話說，容易控制船艏向，但是不容易轉向，要兩倍船長才會開始動。是方向穩定船隻，請看他的軌跡是平滑的。

The VLCC 大型油輪 had deadweight of 319,999 DWT and gross tonnage of 164,241 GRT. The ship was en route from Beilun, China to Port of Khark, Iran under ballast. Length Overall x Breadth Extreme: 333 m x 55 m. Draught 17.8 m / 21.1m. 紅船迴轉性能是啟動快，迴轉快，是船體圓的船(長寬比: 333/55)，吃水深(18-21 m)，降速慢，橫向 90 度，水下體積大。圓船的特性，就是船隻的迴轉速率增加快，迴轉速率減少慢，換句話說，船艏向容易失控，但是容易轉向，只要一倍船長就會開始動，不容易減速。是方向不穩定船，請看他的軌跡是扭動的。

要知道本船是尖船？還是圓船？只要看尾跡就知道，問舵工也可以，最好自己操一下舵，感受一下。

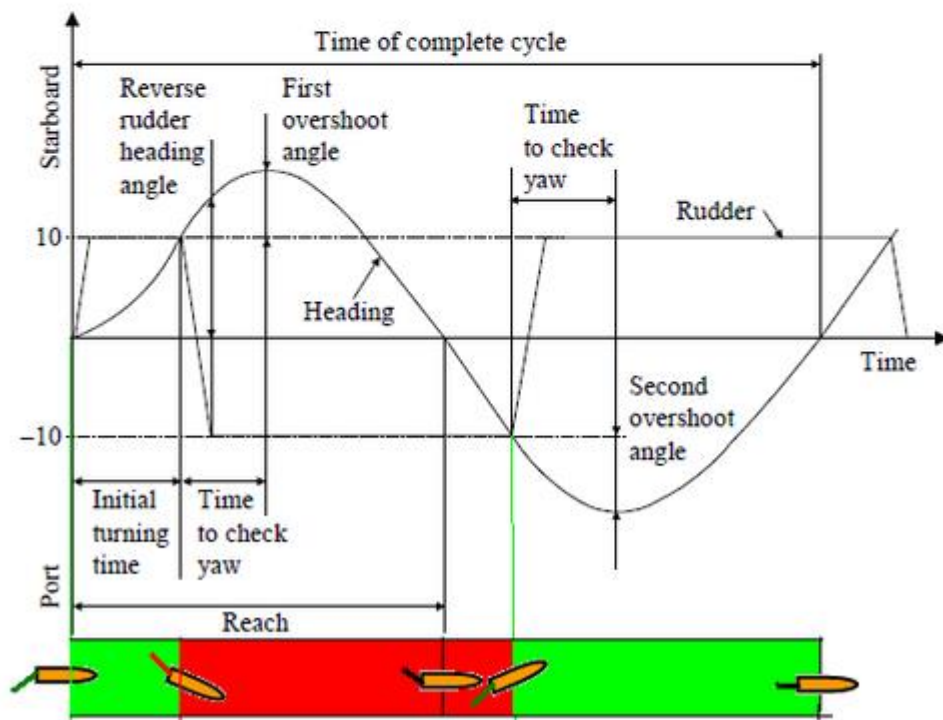
紅船降速慢轉的又快，綠船降速快轉的又慢，等於是綠船在等紅船來追撞。

見上圖 3 分 27 秒，實際的碰撞時間不確定(可能是從 1 分 17 秒，到 3 分 27 秒)，因為資料不足。

在沒有實際碰撞時，不可貿然減速，否則有可能會被追尾。當然這是屁話，要看現場情形，再這只是增加一點碰撞的 SENSE。下面是高級班教材，下課。

	260,000DWT VLCC	5500TEU C/V
TURNING TEST	648.6M / 906.5M	1214M / 1331M
TACTICAL DIA	2.06 (P) / 2.88(S) LBP <5 LBP	4.6 (P) / 5.04(S) LBP <5LBP
10°/10°ZIG-ZAG TEST Ψ_{OS1}	14.3° < 20°	5.6° < 16°
10°/10°ZIG-ZAG TEST Ψ_{OS2}	30° < 35°	2.6° < 31°
STOPPING TEST		
TIME FROM SIGNAL TO SHIP STOPPED	17'-27"	7'-5"
RUNNING DISTANCE FROM SIGNAL TO SHIP STOPPED	3,557M (11.3LBP) <15 LBP	2,834M (10.73LBP) <15LBP

Elements of 10/10 Zig-zag Maneuver



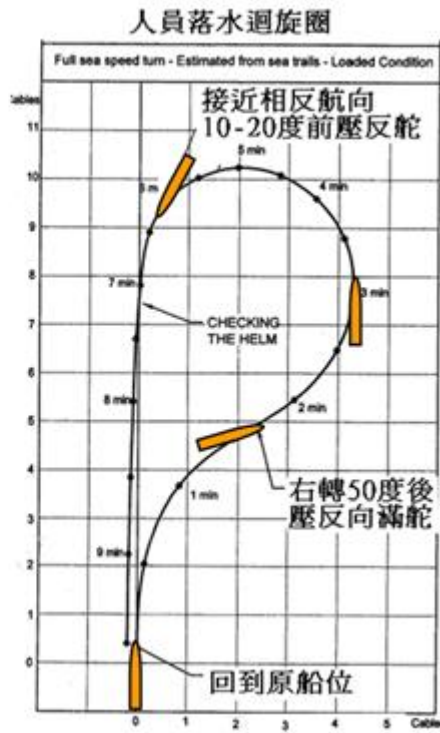
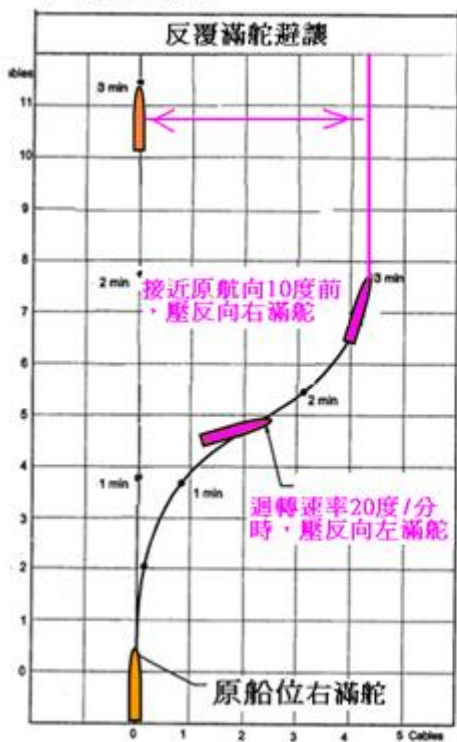
https://www.youtube.com/watch?v=YM18ft0R_i0

ShipHandling Maneuverability of very large ships

(高級班教材，初學者可以下次再看)

下面我們用船速 15 節，每分鐘 20 度的迴轉速率為船長有把握的操船，作一個探討反覆滿舵避讓的效果。同樣 3 分鐘的船位，反覆滿舵後，

- 前進距離少了 4 個 CABLES，大約是兩倍船長。
- 正橫距離多了 4 個多 CABLES，大約是兩倍船長，
- 前進速度少了 3 分之一，
- 船隻的航跡，偏在以第一個滿舵的一側為主，現在本輪有了新的航線(紫紅色)
- 第二個滿舵也很難回到原航線上。

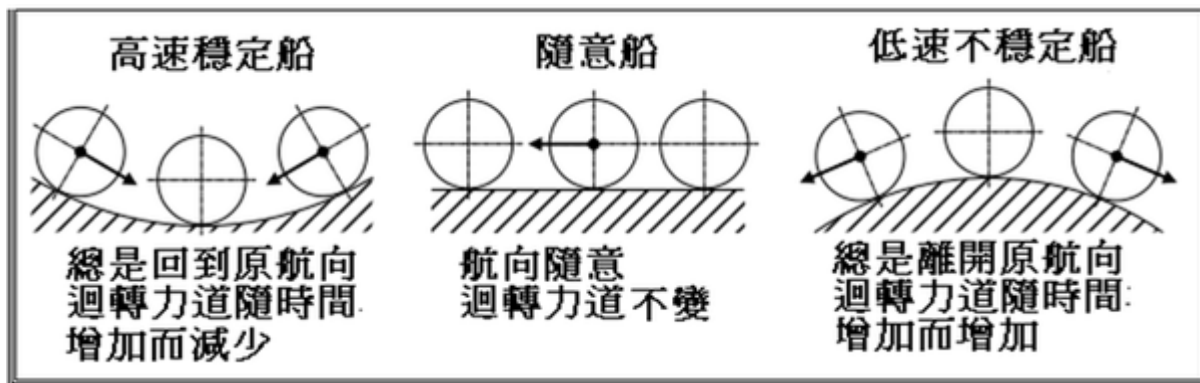


當然這些都只是，由例子中的圖表，量出來的數據。各輪船上的真實數據？要由讀者本人去取得。

Very Large Crude Carriers (VLCC) 與 Very Large Container Vessels (VLCV)

VLCV 高速貨櫃船當施以 10° 舵角時，在經過六倍船長的前進後，橫向的位移量，可以達到一倍船長，這是快速船。VLCC 26 萬噸的油輪，左轉時迴轉半徑僅為高速貨櫃船之一半，高速船的迴轉半徑大但維持航向能力較佳(貨櫃船)，低速船迴轉半徑小但維持航向能力卻差很多(油輪散裝船)。

高速船的迴轉半徑大，迴轉啟動慢，而且轉向制動快，這叫方向性穩定船隻(貨櫃船)。低速船迴轉半徑小，迴轉啟動快，但制動慢，是方向性不穩定船隻(油輪散裝船)。



IMO 要求是，任何船在滿舵轉向時，在 4.5 倍船長距離內，可以使航向轉過 90° 。這是對任何船隻，不管是任何主機或舵機的型式，都適用的迴轉性能。我們討論的大部分是指傳統船隻，右旋單螺旋槳船，航向轉過 90° 時橫向的位移，迴旋圈至少要有 2.5 倍的船長的寬度。這 2.5 倍船長的正橫距離，是以 PP

的位置來算的。由Z字型迴轉可知，在開始壓反舵後，航向還是會繼續變化10-20°。在採取緊急措施時，這種過度轉向的可能，必須謹記在心。

直航船的行動 法規面-24

避碰規則_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。

(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。

三、動力船舶於交叉相遇情勢中，依本條第一項第(2)款規定採取措施，以避免與另一動力船舶碰撞時，如環境許可，不應朝左轉向，因他船在本船左舷。

四、本條之規定，並不解除讓路船舶之讓路義務。

直航船的行動

- 在 8-4 海裡範圍，當讓路船開始行動時，直航船應保持航向航速(當兩船中之一船應讓路時，他船應保持其航向及航速。第十七條 一項、第(1)點)。
- 在 4-2 海裡範圍，當互見時，如果讓路船沒有採取適當的行動，來遵守這些規則，直航船可以單獨採取行動避免碰撞。(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。第十七條 一項、第(2)點)，但是這樣子的避讓行動，並不是強制性的。
- 在 2-1 海裡範圍，當在任何情況時，直航船發現太近，以致單憑讓路船單獨行動，無法避免碰撞時，它必須採取最有助於避免碰撞之措施。(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。第十七條 第二項)。此時為直航船的義務，它必須採取最有助於避免碰撞之措施。
- 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，如環境許可，不應朝左轉向，因他船在本船左舷。第十七條 第三項:直航船舶，如環境許可，不應朝左轉向。

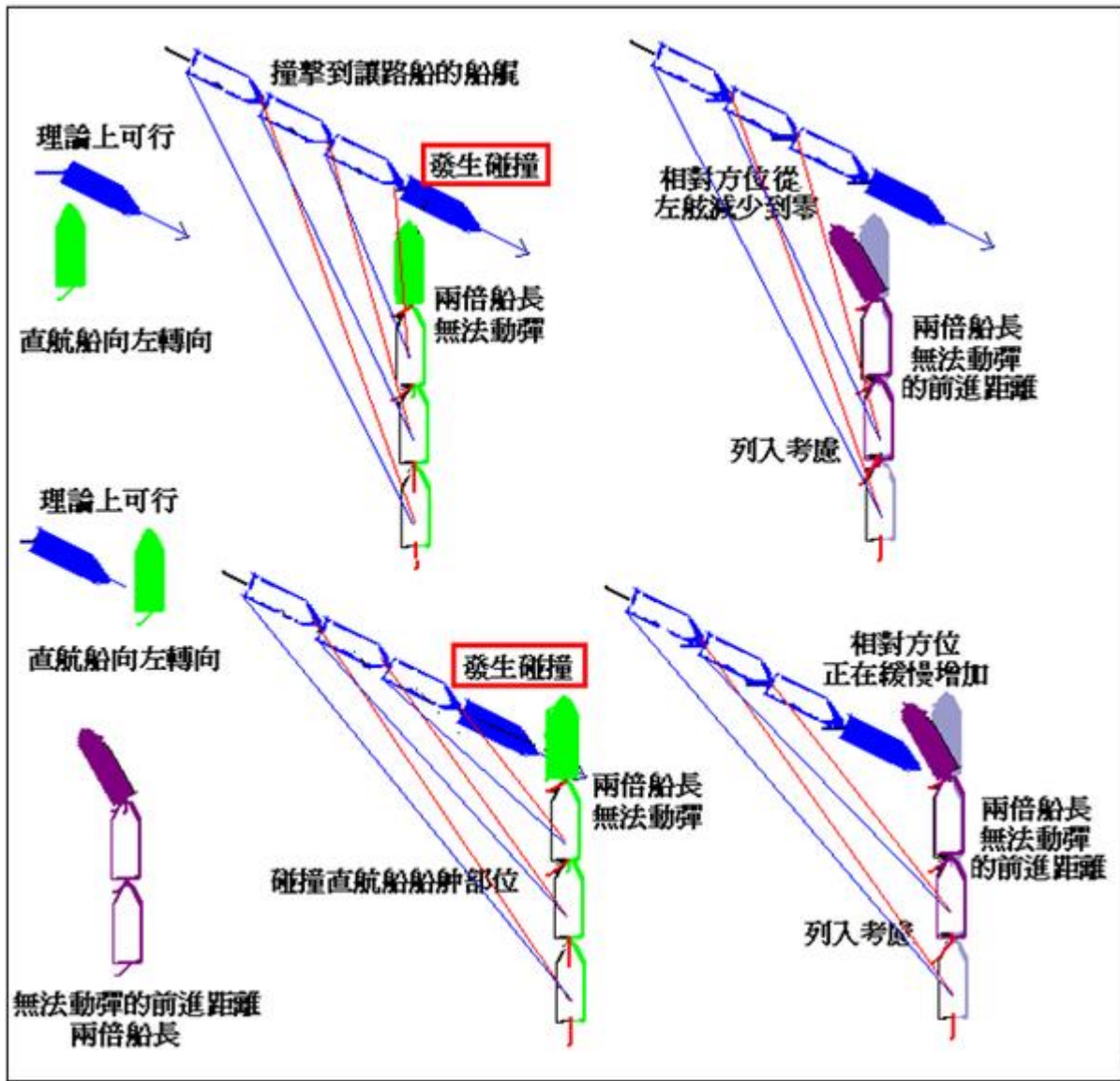
兩種例外情況，直航船可以向左轉向-25

下面的論證，牽涉到船隻的迴轉性能與船副的目測方位的能力，留給特別聰明的去研究。

理論上，有兩種例外情況，直航船可以向左轉向，以避免碰撞。

- 第一個例外：橫越的讓路船，在碰撞的可能區域，可以通過直航船的船頭，直航船如果右轉，等於是去追撞通過船頭的讓路船，可能的碰撞部位，會是在讓路船最脆弱的機艙部位，造成重大損失。此時，直航船可以向左轉向，採取最有助於避免碰撞之措施，以避免碰撞。
- 第二個例外：是當橫越的讓路船，在碰撞的可能區域，具有碰撞直航船船艏部位的可能，這時直航船使用左舵，以減輕對本船最脆弱的船尾，碰撞的力道；

”船艏向的改變，只有在舵角使用後，並經過兩倍船長的前進距離後，才會明顯”。如果沒有把兩倍船長無法動彈的前進距離(Wheel Over Point)，考慮進去的話，不可能在實際的操船上，產生足夠的回轉(下圖左邊兩個碰撞情形)。從前面的第一個例外，讓路船船頭的相對方位減少(下圖左上角紅線的方位變化)，已經從左舷減少到零，可見他船有通過本船船頭，向右航行的趨勢，但是碰撞時，讓路船船艏的相對方位，正在緩慢減少，尚未歸零。(下圖左上角藍線的方位變化，也就是讓路船船尾的相對方位，尚在本船的左舷)，此時本輪應該使用左滿舵，以避免本輪追撞他船船艏。第二個例外：當讓路船船頭的相對方位，穩定不變，尚未歸零，從左舷接近本船的船艏(下圖左下角紅線的方位變化)；讓路船船艏的相對方位，正在緩慢增加(下圖左下角藍線的方位變化)；採取左滿舵的避碰行動，有助於減少碰撞角度，在理論上是正確的。



觀測他船的方位變化的通則是，最好抓它船船艏方位，相對方位變化量要大於其原始的相對方位，才不會有碰撞危機，見第五章。同樣的，在碰撞的最後階段，本輪至可能的碰撞區域，只有四倍船長的前進距離時，讓路船船艏的相對方位，變化緩慢，就是預測著碰撞的發生。那讓路船船艏相對方位的變化，要多少才夠呢？不論任何船隻，在最小到碰撞距離時(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，見第三章。

1. 本輪至可能的碰撞區域，只有四倍船長的前進距離時，讓路船船艏的相對方位，變化緩慢，但是不論讓路船船艏的相對方位，緩慢變大，或是緩慢變小，經由以上的討論，本輪的選擇，都是向左轉向最好。
2. 如果碰撞距離少於直航船的兩倍船長，我們把兩倍船長無法動彈的前進距離(轉折點)，考慮進去的話，直航船的用舵轉向，實際上是沒甚麼作用。因為舵效實際上是，船體下流體的壓力場變化，太晚用舵，流體的壓力場會受到它船船體的影響，尤其是在接近一條大船時，不可靠的太近。我們看看左上圖的情形，它船如果夠大，它船船頭經過時，會產生交互作用，本船船頭會被向右推開，這就與本船的意願不同，似乎是，配合大船向右轉較佳。左下圖的情形，本船很可能沉沒，非常危險，應該極力避免。
3. 如果碰撞距離大於直航船的四倍船長，讓路船船艏的相對方位，緩慢變大，**直航船向右轉向**，應該是合理的行動。但是我們要考慮本迴轉性能，是否能夠快速的產生迴轉速率，例如油輪散裝船就比貨櫃等高速船的迴轉半徑小，表示其迴轉速率快，可以更快的產生迴轉。另一個操船的要害，就是風向水流的作用，向上風上流舷轉向快，向下風下流轉向慢，在靠泊時的常識，卻是資遣船副的盲點。

讓路船船艏的相對方位，緩慢變小，**直航船停車，爭取碰撞時間**，是個不錯的選擇。

要停車還是右轉，要看當值船副船長，對目標相對方位的掌握，是否正確。

4. 如果碰撞距離大於直航船的六倍船長，要看雙方是否有足夠的迴轉半徑，如果讓路的橫越船較本輪為大，**直航船直接右轉**，應該是合理的行動，因為碰撞後果本輪較為慘烈，況且它船的操縱不易，對本(小)船的觀測困難。如果橫越船為小型漁船或補給船，本輪應該鳴放氣笛警告，因為小船只要有半海浬，就可以完成迴轉，本輪可能要一海浬以上，才能適當的迴轉避讓。

我們可以參考，發生碰撞的案例。**理論上如果沒有目測方位的能力，是沒有可能，從容的了解，他船是否有通過本船船頭，向右航行的趨勢。**即使能夠冷靜處理，承受極大的壓力，來回確認 ARPA 與瞭望方位是否改變，也可能忽略了，近距離避碰，兩船的碰撞距離的重要性，距離夠向右轉，距離不夠向左轉。可見，我們的能力是環環相扣的，沒有事先的了解，緊急時，只會慌亂。



近接態勢與金箍棒

筆著想要讓金箍棒與近接態勢做一個聯繫，讓各位能在海上實際操作時，能夠更清楚，換句話說，讓各位能在腦海裡，產生實際的畫面，方便以後的運用，結果卻很失望，因為

- 近接態勢有的說是三海浬(MCA)，有的是說兩海浬(大連海事)。
- 如果以一條 20 節的高速船來講，三海浬就是 9 分鐘，2 海浬就是 6 分鐘的航程。
- 高速船的迴轉半徑，一般就是 3 分鐘航程= 一海浬(我們的金箍棒)
- 我們避碰的底線，就是 3 分鐘速度向量線的金箍棒
- 3 分鐘金箍棒不能與他船 3 分鐘速度向量線相交，這樣就避免了碰撞點的產生

不管是三海浬還是兩海浬的近接態勢，都不在避碰規則的討論範圍(見上圖畫的是 4 海浬)，也不在船公司，訓練機構，學校的討論範圍。**操船最大的盲區，就是在近接態勢。**

有了盲區，就有盲目。忽然看到他船的時候(或是緊張的時候)，用滿舵迴轉。為甚麼緊張? 因為有船進了盲區，怎麼辦? 天知道。

滿舵打下去以後，就等著船隻作 360 度迴轉，結果失去對迴轉速率的控制，滿海面打轉。厲害一點的，是會用左右滿舵的船長，但是使用之後，也沒有再繼續控制迴轉速率。左右滿舵停船法，其實在大油輪是經常的操作，尤其是在接近領港站減速的時候，但是再熟練的操作，在避碰時都沒有用。

都沒有用在避碰，像是繞口令。這就像雞生蛋，或蛋生雞，惡性循環。避碰沒有實際操作，運用在不同的場景，開發實際操作的不同可能，就不可能有正確的心態設定，就算常用的東西，也會變成陌生，這實在是很可惜的事情的情況。所以我們對船隻的迴轉性能，一定要有一定的了解。我們總結一下，金箍棒與這些乾坤圈的關係。

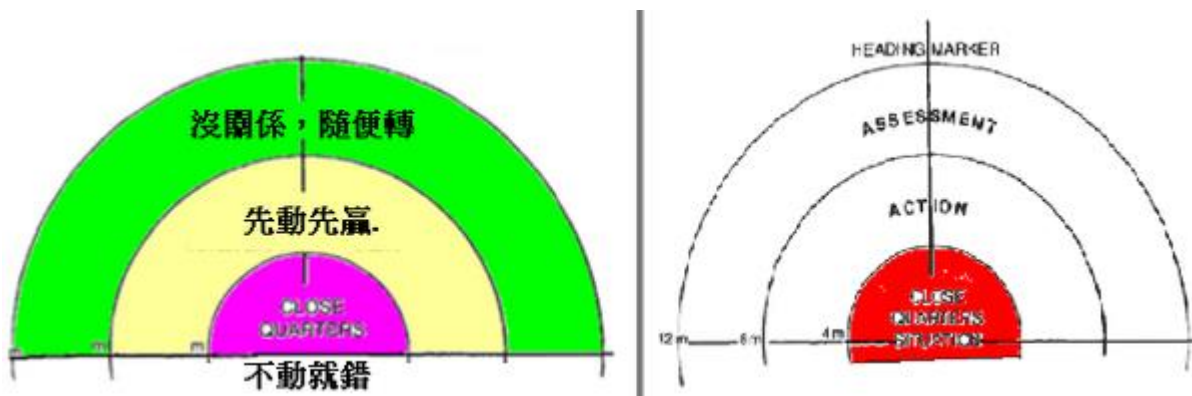
當有碰撞危機時，有三個階段，關於讓路船和直航船，應該採取什麼措施，有甚麼義務來避碰。

避碰規則的目的是避免碰撞，不是限制船舶正常的航行。

在第一階段，在距離足夠遠時，雖然目標的方位不變，碰撞危機並不存在。兩艘船在她們的原來的航線上，可以自由轉向或改變速度。

第二階段，當兩艘船的距離，已經減少至小於 8 海浬，直航船的行動(隨意轉向或減車)，便有可能阻礙讓路船的避讓措施，這時候避碰規則開始適用。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。當讓路船已經採取避碰措施時，直航船就必須保持原始航向和航速，直到碰撞危機不再存在，除非直航船還有其他的航路義務(避讓他船)。

第三階段，兩艘船都有義務採取行動避讓，儘管讓路船已經採取避碰措施時，當碰撞危機仍然存在，明顯的需要藉由兩艘船採取措施來避碰，實務上，非常重視是哪一條船(在第二階段，該讓未讓的讓路船，或未保持航向航速的直航船，以致近接)，造成接近的態勢(close quarters situation)。



先動先贏，聽起來不錯，看清楚了，是在 4 海浬外(右圖)，前面我們看過兩個例子，一個是碰撞前 5 分半鐘加速搶船頭，距離是 0.8 海浬(MSC CASE)，另一個是 4 分半鐘前左轉搶船頭，距離同樣是 0.8 海浬(NORTHERN JESPER)，結果發生碰撞。實務上，非常重視是哪一條船(在第二與第三階段，該讓未讓的讓路船，或未保持航向航速的直航船，以致近接)。

有可能是 RADAR 上面沒看到，疏於瞭望，或是目標太多，分不清小船還是大船(RADAR 瞭望不佳)，與眼睛沒看到，疏於瞭望，或是目標太近，分不出來船的距離(目視瞭望不佳)。

下期總結。

避碰點線面總論-27

我們看過兩個例子，一個是碰撞前 5 分半鐘加速搶船頭，距離是 0.8 海浬(MSC CASE)，另一個是 4 分半鐘前左轉搶船頭，距離同樣是 0.8 海浬(NORTHERN JESPER)，結果發生碰撞。有可能是 RADAR 上面沒看到，疏於瞭望，或是目標太多，分不清小船還是大船(RADAR 瞭望不佳)，與眼睛沒看到，疏於瞭望，或是目標太近，分不出來船的距離(目視瞭望不佳)。

這就是初級班的任務，RADAR 瞭望與目視瞭望。前面的 20 幾篇都是 RADAR 瞭望的部份，RADAR 發明也有 50 年了，RADAR 觀測與模擬課程，也有 30 年了，RADAR 瞭望卻還沒有一個完整的論述，完整且實用，ARPA 就橫空出世，但是對近接態勢仍然是束手無策，不會判斷也不會觀測，只能說是掩耳盜鈴，粉飾太平，結果發生碰撞，



各位可以看的出來，碰撞點線面都是秀在 RADAR 銀幕上的，可以說，這些都是我們在觀測 RADAR / ARPA 時，所應該具有的 SENSE，有了 SENSE 以後，才會有 SITUATION AWARENESS 處境想要，知道現在的情況，該有甚麼作法？我們討論到碰撞前 1 海浬，碰撞前 3 分鐘，是避碰的底限。過了這 LAST 1 MILE 或 3 分鐘以後，也做了詳細說明。就是要撞，也不會變江詩琪，避免 2 次碰撞，或是擱淺。

目視瞭望有另一個系列在連載，我們還需要對天時地利人和，有所了解，船隻的迴轉與主機性能，法規的了解，航路的規劃，人為因素的避免等等。

越來越難嗎？我也很焦慮，其實不會，要成為一個船長，有十年的時間要努力，這十年你不希望無聊，那是有錢人的玩意，你希望有內心的滿足，你也不需要焦慮痛苦，那是無能人的玩意，最大的焦慮，應該是沒有人可以教，自己看又看不出來，想找教材又沒地方找。人有四種類型：行動型要有事可做，讀書。理論型要有書可以讀。習慣型要有東西養習慣。感覺型要內心充實。總之，有總比沒有好。

這十年不是關鍵，關鍵是你有 30 年的職涯規劃，很現實的是，年紀越大，腦子越不好使，沒有痛下苦工，做 20 年，不能保證未來十年沒事。做了十年，年富力壯，卻是最容易疏忽的時候。做了 30 年，那就恭喜你，功成身退。

此是後話，避碰點線面，就先到此為止。