

專刊暨經驗交流**海運冷凍貨載常見之損害(上)**

文/方信雄

一. 前言

眾所周知，隨著人們收入的逐漸增高，飲食習慣的改變乃是可以預期的，其中最為明顯的例子當屬中國，因為自其放鬆施行已久的計劃經濟制度後，人民的財富明顯改善，結果促使人們對新鮮蔬果的慾念亦隨之提昇。另一方面，許多原屬共產世界的東歐國家，亦隨著加入歐盟而改善國民的收入，結果一樣是提高了其國民對生鮮食品的消費能力。至於原本即是全球生鮮食品最主要消費地的東北亞與東南亞地區，更是因為區域性經濟的蓬勃發展，促使人們更急於企求養生之道，而改變飲食習慣就是最為風行的趨勢，結果當然還是提昇了各種生鮮產品的消費量。很顯然的，經濟情勢的改善，勢必加速人們對健康長壽與美麗人生的追求，亦即消費者眼前採購食品的主要思維，已從往昔一味講求物美價廉轉為如何吃得精緻健康。因此貿易商與超市的經營者為迎合此一趨勢，不得不全年無休的大量進口異國新鮮果蔬，而此就是促使海上冷凍貿易市場歷久不衰的主因。

傳統上，生鮮食品一直是利用冷凍船以散裝方式運送，而此一貿易與運送模式實有相當程度反應出早就存在於生產者與消費者間的殖民情懷。如同早期台灣香蕉與鳳梨外銷日本，或是中南美洲與非洲的蔬果輸往歐洲皆是。例如在大英帝國國內特惠關係(Imperial preference)的政策下，英國各殖民地將物資輸往英國市場都將享有特別補助即是促成此等貿易旺盛的主因之一。即使在去殖民化後的日子裏，此一運作依舊以某種形式存在於大英國協的保護傘下持續著。直到二次大戰末期，乃至八〇年代才有所謂雙邊貿易協定以及混合經濟模式的出現，當然也演變成當前貿易國政府介入主導國內主要企業涉外貿易的模式。

而為滿足上述的市場與物流需求，冷凍（藏）貨載運送設施的更新、設計及發展遂成為運航者所熱衷與關心的。就在業者及使用者之求新求變的要求下，海上冷凍運輸已由往昔單純的機械式溫度控制及通風換氣，演變至時下之高科技及電腦化全自動控制。而冷凍貨櫃正是此時代巨輪下之產物。目前冷凍

貨櫃之承運量約佔全球冷凍運輸量之65%。此乃因為其運費為乾貨櫃之三~五倍不等，故而世界各大海運公司莫不以發展冷凍貨櫃為要務。

毫無疑問地，為謀求最大利益，如何將生鮮貨載保持在最佳狀態下，漂洋過海的運往目的地，當然就成為海運業者提供專業服務的天職了。然而，實務上我們卻常遭遇許多冷凍（藏）貨載發生損壞的案例，結果每造成運送人、保險公司乃至貨主的困擾與巨額損失。因此儘管硬體設施的如何精進改善，若果未能針對海上冷凍運送的特質作相關軟體的配合，勢將無法全然避免貨損的發生，甚且衍生諸多後續責任上與理賠上的爭議。

二. 貨載保鮮之原理及概念

一般談及保鮮，人們通常會直覺的想到冷凍；何謂冷凍(Refrigeration)實難以下一明確定義，大體上可說是一種冷卻過程，亦即利用人工操作，除去含於某些物質如魚、肉、蔬果等之熱量，使得此等物質之溫度保持或降至適於儲藏之較低溫度，以便得以貯存較長之時間。實際上，整個冷凍循環過程即是利用冷媒之狀態發生變化時，必需吸取熱量或放出熱量的原理來達到冷凍之目的。至於一般所謂之「冷藏」乃指以不致使

貯存物凍結的溫度將貨物冷卻或貯存之謂。因為熱會自溫度較高的物質流向溫度較低的物質，使得在溫度較高的物質中運動迅速的分子(Molecules)放出某些能量給存在於溫度較低物質中運動較慢的分子，因此溫度較暖物質的冷卻乃因為其分子運動變緩慢了。反之溫度較冷的物質之溫度升高則是因為其分子運動加快了。很顯然的，對任何生命體而言，其生命只有在限制的溫度界限內始能維持，此即意會降低溫度是有條件的，決不可一味地降低溫度以求減低化學反應速度。另一方面，每一生命體之成長率(Rate of Live)都可以藉溫度加以控制。因對任何生命體之生命過程而言，皆有使其成長最速的「最適溫度」(Optimal Temp.)，但當溫度降至最適溫度下時，其成長率即會減慢；如再繼續降溫會使其「暫停」成長(尤如動物的冬眠)，反之，如溫度升高到某一界限(最適溫度以上)時，則化學過程將會取代正常的成長過程，而終將使其「停止」生長。而在吾人週遭所有物質生命過程的最適溫度皆不同，一般在 $-8^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 之間。因此冷凍(藏)之理想目的即在確保物質的外觀及實質不致變質，且能保持新鮮狀態；對蔬果而言更是力求其生命的延續。

三. 冷凍貨載常見之貨損

如同上述，儘管硬體設施如何的精進發展，究竟仍需相關軟體的全面性配合。因為冷凍設施之故障，或為冷凍(藏)貨損發生之主要原因，但因人為疏失所導致之貨損亦時有所聞，是故如何在整個運送過程中妥善照顧冷凍(藏)貨載實不容忽視。基本上，冷凍(藏)貨載依其生理特性，各有其特殊的運送條件存在，如無法滿足此等條件，則易使貨載受損。一般冷凍(藏)貨載在運送及貯藏過程中最常見的貨損不外下列幾項：

三.一 低溫寒害(Chilled Damage)

有關蔬果在冷藏及運送時，因為溫度控制不當或凍結所致貨載受損之事故時有所聞。吾人知道對某些植物體而言，在結冰時並不一定會死亡，但可以肯定的是，絕大多數的植物一旦凍結即會喪失生命(凍死)。而有些蔬果對低溫更是敏感，就是在凍結點以上之溫度亦會造成嚴重的傷害(低溫寒害)。其中尤以熱帶及亞熱帶產之蔬果最易遭受低溫侵害，至於受害的程度則依品種、運送狀態、溫度及時間長短之不同而有差異。而最易遭致低溫寒害之蔬果當屬香蕉，由於香蕉為本省最大宗外銷青果，是故特將其遭受低溫寒害之情況敘述於下：

香蕉青果遭受寒害之徵象為皮下出現褐色細點或條紋，此顯然為乳管(Latex Vessel)單寧代謝作用失調所致，亦即果皮表面細胞死亡，進而氧化所造成。此種現象頗為常見。一般如將香蕉長期置於13℃以下時，即有遭受寒害之可能，但短時間之低溫則不會有影響。故香蕉寒害主要為溫度與時間之相互作用所致。

若能視品種之類屬及航程遠近加以選擇適當溫度，寒害自能預防或減少。

日人對遭受寒害之香蕉稱為“風邪引き”(感冒之意)。香蕉一旦遭受寒害，再也不易催熟(黃)，即使催熟後表皮亦無法全部變黃，結果將造成表皮色澤不一致，且在處理過程中更易留下手指痕跡，終致商品價值大幅降低。

至於蔬果因凍結(結冰)而引起的傷害，不僅被凍結的部份產生變質，尚能自此變質部分向周圍慢慢擴延，終致全部腐壞，此稱為凍結傷害(Freezing Injury)，簡稱凍害。因之在作貯藏或運送前必須確知何種蔬果於何種溫度即開始結冰。另一方面，蔬果之結冰點並不像水結冰一樣的固定於0℃，而是依蔬果種類而異，即使同一種類亦會因生長環境、溫度等各種條件的不同而有些微差異。但此大致上可

由蔬果的含水率之多寡所左右，一般言之，水分多者結冰點溫度較高，水分少者結冰點溫度較低，而同一種蔬果亦會因成熟度的不同，造成蔬果個體含水率的差異。實際上，糖分較多的果實其結冰點比較酸之果實為低，而蔬菜則較不受糖分之影響。而造成蔬果凍結傷害之原因可分為二，即：

(1).細胞之機械性損傷

吾人皆知水凝結成冰時，會使其體積增加10%左右，並使其由柔軟體變成硬體，另一方面因任何冷凍(藏)貨載之個體皆由脆弱之細胞組織所構成，因此當細胞壁內部的水分結成冰晶時，就會造成細胞組織之損傷，故即使解凍後仍會因細胞組織及細胞壁之遭破壞而無法回復原狀。此即所謂細胞的機械性損傷。

(2).細胞液之分離損傷

冷凍貨載個體細胞內、外之細胞液乃由液胞膜及原生質膜所分隔，而以液胞膜外之細胞液濃度較低，即其結冰點溫度較高，因之結冰必自液胞外開始，而此開始結冰之溫度即是該貨載之凍結點。於是貨載個體在結冰初期，常會產生液胞膜外之細胞液中的水分已結成冰晶，而液胞膜內胞液中之水分尚未結冰之現象。

又因為水之蒸汽壓(Water Vapour Pressure)較冰之蒸汽壓為大，所以水較易化成水蒸汽。結果液胞膜內之水分一蒸發即會穿過液胞膜或原生質膜往細胞外逸出，並凝結於細胞膜層外已結為冰之細胞液上，此種水分通過膜層所進行的擴散現象稱為滲透作用(Osmosis)。而其引起之細胞內水分往外分離所造成之傷害，稱為細胞液之分離損傷。又其對貨載之影響除了上述之機械性損傷外，更會因水分流失致使細胞壁內之細胞液濃度(主要為鹽分及糖分)變高，而使得冷凍速度變緩。至於冷藏魚類或肉類之凍結，如結冰速度過於緩慢，將傷害到貨載品質，此乃因為在經過最大冰晶生成帶($0\sim-5^{\circ}\text{C}$)時，造成大量冰晶的形成，致使組織遭受破壞，且在解凍或烹飪時產生大量出水之現象，更使得肉類變老或硬。而此損害之程度則依凍結速度及冰晶之大小而定，也正因此而產生了現今急速冷凍的技術，旨在迅速通過上述之冰晶生成帶以求得較小之冰晶。

～未完待續～

桑吉輪沉沒 後記

文／李文愚

2018年1月6號發生在長江口桑吉輪與廠長峰水晶輪的碰撞事件，造成32條人命的喪失，航運界在付出這麼慘痛的代價之後，又學到了什麼教訓。

各位可以參考該輪的正式調查報告，基本上長峰水晶輪是沒有瞭望，根本就不知道有桑吉輪的存在，其間穿插著該輪交接班的實務不好，大副沒有瞭望，三副也不會瞭望，如果沒有人看ARPA，就沒有能力偵測海上目標。所以花了這麼多時間，也是沒辦法及時知道碰撞危機的存在。

唯一有在瞭望的桑吉輪不幸又是讓路船，卻因為海面上的漁船太多，所以弄錯失了大船在雷達上面的表現，換句話說，長峰水晶輪不會做目視瞭望，桑吉輪也不會做目視瞭望，更糟糕的是桑吉輪，甚至也不會雷達瞭望。所以即使碰撞危機，非常的清楚明白，但是沒有自動避碰雷達ARPA的幫助，船副在駕駛台台，就是等於廢物一個。

大連海事的吳前校長，在海峽兩岸風險會議上面講的很好，現在的船員有了雷達，就不會目視瞭望，有了自動避碰阿帕雷達，就

不會雷達瞭望，有了AIS就不會做ARPA的瞭望，所以這就是人為因素裡面所提到的，使用了新的航儀，卻造成新式的航行危機，只是人們不自覺而已。

桑吉輪的正式調查報告，有把事實的經過，桑吉輪的雷達畫面資料做一個交代，卻是缺少常峰水晶輪的VDR Vessel Data Recorder這一塊，以長峰水晶輪而論，我只知道大副在交班給三副的時候，大副告訴三副，海面上沒有船隻。實際的情境，是再過5分鐘後，就會發生碰撞，所以海面上，應該是在三海湮的位置，左邊左邊有一條紅燈船，好在是桑吉輪先過了長峰水晶輪的船頭，否則如果以桑吉輪的船頭來碰撞長峰水晶輪的左舷，長峰水晶輪的人員就兇多吉少，如果兩條船的船員，都掛點了，那時候才是真正的舉世譁然。

大副忙著交班，沒有瞭望，三副沒有能力，自行發現海上的危險目標，甚至於張著眼睛站在駕駛台瞭望，卻沒有看到三海湮外的紅燈船，正在接近。更不要提三副有能力判斷，接近船的方位，是否具有明顯的碰撞危機。

不幸的這些是大陸的船員，所以大陸船員的教育訓練水平，其實是有很大的問題。身為事故國的一方，雖然提出了調查報告，但是卻沒有一個學術單位負責任的說一聲，船員應該要怎麼樣去做目視瞭望，應該要怎麼樣去做雷達瞭望，這個不能不說是金字塔航海的一大缺陷，也是學術沒有幫助到在職海員的地方。

目視瞭望-1

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危機。

很多人不會用視覺的方法，來觀測碰撞危機，這不但是年輕的小朋友的問題，就算是做了幾年的船長，有些人可能還是不會，或者是做了十幾年的領港，也還是不會。當然這都是受了一些誤導，碰撞危機講究的是來船的羅經方位有沒有改變？這是避碰規則上面明訂的方法。（第七條碰撞危機 4-1 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。）

可是大家一聽到羅經方位，第一個想法就是用gyro repeater羅經方位器來觀測，那就要緊緊守著羅經盤，不能在駕駛台從事其

他的工作。有沒有想過羅經方位也是會有羅經差？那是不是要修正到真方位。修正到真方位又有什麼意義？任何的方位他的不同，只在參考點不一樣。

- 真方位參考點是真北，這可能只有電羅經能夠確認。
- 羅經方位的參考點是羅經北，
- 相對方位的參考點是本船的中線，再進一步
- 相對方位線的參考點，就是甲板上的目標與觀測者所站的位置所形成的連線。

這些方位都不是絕對的，即時是電羅經，也是會有些微的誤差。那到底什麼才是羅經方位的顯著改變與不變，其實都只是程度的大小，跟絕對的事實無關。

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，這時碰撞的危機是立即存在的，因為它的目標方位不變，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。也就是當值船副會覺得碰撞危機，是否有可能發生時？這個時候，就需要使用第七條(a)項的規則。見下圖，雖然他船的船頭，羅經方位與相對方位變小，但是實際他船的距離，卻越來越近。表示原始的碰撞方位上，仍然有問題存在。即使碰撞位置，已經不是他船的船頭。這時碰撞危機，就會變的很難確立？

我們只要比照最後一個圖形，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，除非他船船艙的相對方位也減少到零。上圖，影像變大，但是相對方位變化不夠大，有碰撞危機。下圖影像變大，相對方位變化(黃線)大於其原始相對方位(綠線)，紅線為觀測者的船艙向(視觀測位置不同而改變)。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

變化最好抓船艙方位，相對方位變化(黃線)要大於其原始相對方位(綠線)。

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。（這是錯的，只因為認識不足）

- 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。

目視瞭望－2，3 如何觀測相對方位線與目標的方位變化



我們都知道兩點決定一直線。任何一條方位線，如果使用目視測量時，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。

- 利用船舳羅經複述器中點的位置，來做我們的起點，利用船舳羅經複述器，所讀取出來的方位，來確認目標的方位。

使用視覺觀測他船相對方位，起點可以由我們自己決定，通常就是我們第一次發現目標時，在駕駛台所站立的位置。所以這是一個可以立即就位的位置，而不需要緊張兮兮的跑去船舳的位置，才能觀測它船

的相對方位。每次觀測時，都要回到第一次觀測所站立的位置。

- 目標所在位置的方位，需要在船上的甲板，找出一個參考點，以便接下來觀測目標的方位變化。觀測目標的方位變化，主要用遠方的參考點，來確認目標的方位變化，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後沿的同一方向，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。

第二次觀測目標船的方位變化時，我們要回到第一次觀測，在駕

駛台所站立的位置，由此位置去尋找第一次的參考點(由相對方位線的近點，也就是我們的眼睛往外去尋找，相對方位線的另外一個遠方的參考點，也就是我們圖像記憶的參考點。這是由內往外觀測，而第一次在取參考點時，是由外往內尋找)，再從這條重建的第一次觀測的方位線，去觀測他船的方位變化，在右圖中，我們可以看到，他船已經開到航道的左邊，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。

我們依循同樣的觀測方法，也就是從相對方位線的近點去觀測目標，再從第二次觀測的相對方位線，往回尋找第一次所建立的參考點。如果目標的相對方位有改變，則第二次觀測時，當值船副就會從第二次觀測的方位線往回尋找時，發現第一次建立的參考點，並不在新的相對方位線上。比較第二次觀測的相對方位線，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？

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，當值船副只要記得第一次觀測時，他所站立的位置，就可以避免因為相對方位線的近點不同而引起的視

差。當值船副還可以去，其他的駕駛台工作(例如讀取雷達和ARPA的其他數位資料，VHF的聯絡報到等)，避免人力的浪費。

為了避免參考點的視覺落差，瞭望時維持在同近點位置是最重要的。瞭望時眼睛要低下來確認參考點，假如目標物方位在改變，參考點不會在原來方位線上(紅色線藍點)。在右圖中，目標物方位移動左側，目標物的相對方位度數將會變大，目標物可能通過我們船艙(或是目標會最終消失在我們的船艙方向)。

同樣的道理，我們可以想像，如果右圖紅線紅點的方位線，是我們第一次觀測的方位線，左圖為第二次觀測的相對方位線(紅線藍點)，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。

=>目標相對方位變大，目標物可能通過船艙

=>目標相對方位變小，目標物可能通過船頭

各位可以參考，作者在痞克邦上的文章(Sailed4seas : <https://sailed4seas.pixnet.net/blog/post/177925864>)，進一步深造。