

船長通訊第 224 期目錄

海洋下的風暴 凌道生	P.01
人員落水後對風、浪襲擊及承受低溫能力的探討 游健榮	P.26
【王 行 專欄】 第七章：直航船的行動有效的避碰行動(2/2) (略)	P.39
會務報導 秘書室	P.54



本會成立 60 週年紀念特刊、紀念帽及藍海口罩



110/8/16 60 週年特刊編輯委員會議會後合影

海洋下的風暴—內波

凌道生

前言：

過去發生許多不明船難，船艦無故神秘失蹤，船員無一倖存，這都和內波有著極密切的關聯，被視為不明原因船難發生的禍首，它隱匿水中，存在於海水密度分佈不均狀態而產生的波動之處，不時在海面下通過，其波峰線有時長達 200 多公里，波深達 50 層樓高，雖不像海面波浪那麼澎湃洶湧，但殺傷力卻讓人震撼，更令人恐懼的是悄然無聲無息神出鬼沒，難以引人警惕而防範不及，故有「水下魔鬼」之稱，關係著海難發生頻率之多寡，影響航行安全；在國外常發生區域，被喻為詭異的「神秘百慕達三角洲」或「百慕達魔鬼三角洲」，在我國則有「福爾摩沙三角洲」、「魔鬼東北角」、「魔鬼海」、或「台灣的百慕達」之稱，被視為無法理解的神秘「空間迷向」。

人類探索的海底只有 5%，也就是說，還有 95% 的海洋仍是個謎，自然對未知的大海產生恐懼心理，可能隱藏著許多難以預測的恐怖「巨浪」；過去科技並不發達，無精密的水中探測儀器，也無衛星的觀測，蒐集資料殘缺不全，讓科學家所困惑的一種理論：認為此現象成因是海面波浪及風，朝向強大的洋流時，在內部聚集能量後變得極不穩定，形成長波，在深海中傳播速度加快，會抬高海面下壓海底，進而形成「殺人浪」，它存在世界各地海域神秘出現，製造一宗又一宗海難；以當時的科學認知，人類根本無法合理解釋「殺人浪」的存在，也沒有任何一種船能抵擋得了巨浪的破壞力，所以才有「神秘的魔鬼」之稱。

我國海域地形複雜，亦是內波活躍地區，不明船難頻傳，造成無數生命財產的重大損失、家庭的破碎，引起交通部、航港單位的高度重視，經常廣邀航業人員、學者專家，集思廣義深入探討、因應對策，以嚇阻悲劇的一再發生；過去亦有美國核子動力潛艦航經我海域時，在風平浪靜中，突遭遇莫明的怪浪襲擊，艦體受損，因而引起美方關注，特與我科技部（前國科會）共同合作，派出頂尖科技人員，用我研究船，花費長達 15 年時間進行實驗與調查，完整記錄了我國海域的內波生命史，得以揭發不明船難的原因與發生地區（附圖 1 遭遇內波襲擊罹難船艦案例）：

圖 1

海洋風暴下的冤魂—內波



印尼 神鋤號



阿根廷 聖胡安號



美國 長尾鯊號



招商局 海張輪

印尼潛艦「神鋤號 KRI Nanggala-402」，於今年 4 月 21 日，在龍目海峽(Lombok Strait) 操演時，突告失聯，印尼軍方極力搜救，並向國際求援，結果在水深 838 公尺的海床上發現，斷裂成三截，艦上官兵 53 人全數罹難，印尼官方證實遭遇強大內波中的垂直孤立波 (Internal Solitary Wave)，在急速沉降中被拖入海底，艦體超出負荷深度而解體。

2017 年 11 月 15 日，阿根廷潛艦「聖胡安號 ARA San Juan S-42」，載有 44 名官兵，在瓦爾德斯半島的南大西洋海域巡弋時無端神秘失蹤，多國緊急展開聯合搜尋無一結果，一年後在水下 907 公尺的深海峽谷發現散落殘骸，經研判遭遇突如其來的強大內波襲擊而下墜，艦體超出臨界深度被擠爆解體。

1963 年 4 月 10 日上午，美國最先進第三代核子動力潛艦「長尾鯊號」，在新英格蘭 (New England) 外海的海盜溝 (Corsair Canyon) 進行潛深測試時，遭遇強力內波襲擊解體，被擰成六段，殘骸散落在 2560 公尺深海中，129 名官兵全數罹難。

1962 年 10 月 14 日，我國一艘專為戰爭需求，凝聚了美國引以為傲而設計的超強結構貨輪「海張輪」，滿載礦砂，呈剛性(Stiff)船，在重載、低乾舷、半潛式穩若泰山的航行中，經風平浪靜的台灣海峽短短航程中，卻在

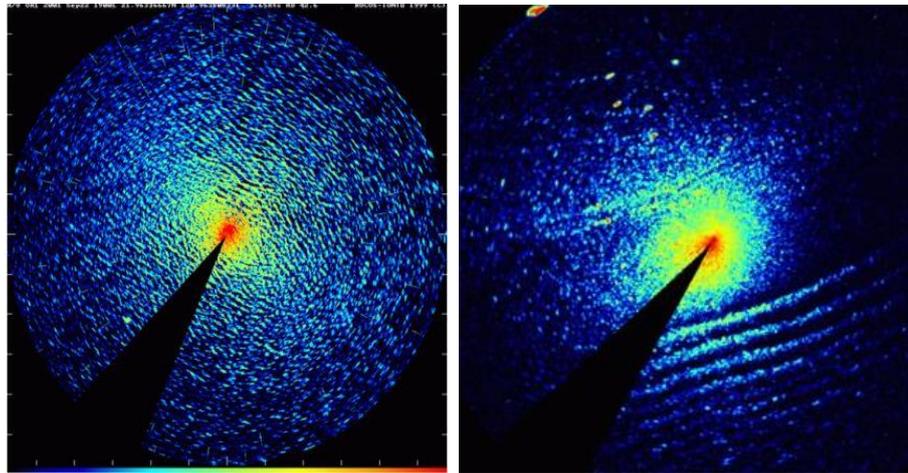


圖 2 雷達 Range24 海溼，風浪七級時的海面狀況，觀測到內波經過時的蹤跡，船四週的浪湧與內波相比，小巫見大巫

最後通聯「船況極佳」下，突告失蹤，船和 43 名船員至此音訊全無人間蒸發。近經調查，當日滿月，地球與月球產生超級引力，達到最大值，海洋內部產生大規模波動，遭遇大潮時的內波，及東北季風共伴作用，掀起高聳巨浪（如圖 2 所示 內波在大海中不易觀察到，但雷達大範圍偵測卻清楚可見），在轉向時迎首正遇，將艙蓋板打破，瞬間浸水沉沒。

何謂「內波」？令人感到陌生疑惑而畏懼的學術名詞，存在著不為人知的隱暗部份，從字面上看，應是水裡的波動，在用辭上一般人也僅能概略知道是「海內的波浪」或「神秘的巨浪」，這只有在研究機構的「海洋物理、生物」實驗室有做此方面的相關研究與報導，它曾製造無數的海難與工程災害，關係著海上安全，對我航行船隻不得不慎防，更應瞭解內波的生成發展與預防；近年來科技發達，海洋科技受到重視，水中新穎探測儀器不斷推出、研究船的探測、搖測衛星大區域的影像攝取、跨國合作科學解析與數據驗證等，得以解開此謎團，讓人瞭解並一窺神秘的「海中內幕」。

一. 內波 (Internal Wave) 簡介

1. 生成原因

內波是層化流體中常發生的物理現象，發生於海面下，在正常狀態下，海水密度垂直分佈是上輕下重，且上層海洋的層化程度比低層大氣更為顯著；對流、波浪運動等的「攪拌」形成密度均勻的混合層，但繼續往下，海水密度受溫度、鹽度影響而分層明顯，當密度達到發生躍層變化時，就在輕、重水間產生一層分界，在垂直方向分佈猶如千層派，層層堆疊，此現象稱為成層 (Stratification) (如圖 3a 電腦模擬層次變化)；潮汐經過岩石海底和其他障礙時，會干擾這些水層間的分界，進而產生大量海浪，當這些波浪聚集在一起，將產生「暴風浪」，即「湧浪 Storm Wave」，由於此波動是發生在連續分層的流體內部，故稱之為內波 (圖 3b 所示)，因此內波在海

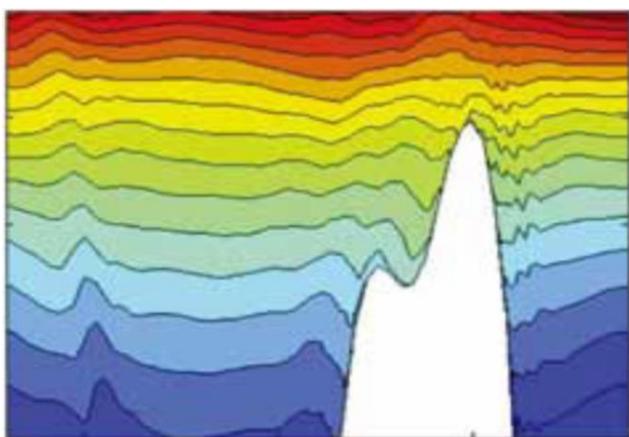


圖 3a 電腦模擬內波生成，受溫度、鹽度、密度影響，層次分明，垂直分佈有如千層派，傳遞進行中經海底障礙產生更大擾動

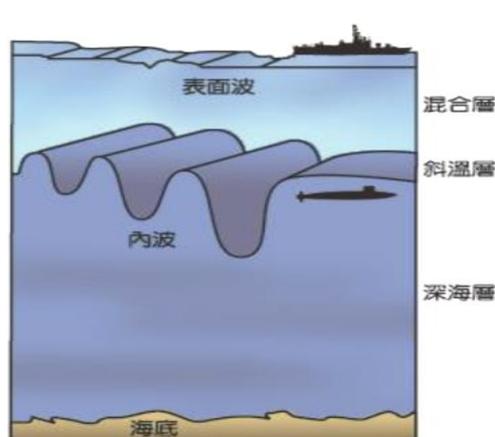


圖 3b 在斜溫層地帶，溫度、鹽度變化激烈，分層明顯、波動變大，產生上下振幅巨大的內波

洋裡幾乎無處不在，經常可見的現象。

讓人更明白的講：舉頭常在空中出現捲筒狀排列有序的高積雲，這就是發生在大氣中的內波 (如圖 4 所示 逢巧有兩層堆疊重置，圖片中間有明顯分界面，上下雲系造型不同)。

海洋中的內波，一般水平尺度 (即波長) 約 1~20Km，時間尺度 (即週期) 則可由幾分鐘至幾小時，當內波來臨時，海面下的海水等溫面 (相當於等密度面) 會呈現波狀起伏，起伏的波形向著內波傳播的方向前進 (如圖 5 船測內波示意圖，以立體方式呈現)，一艘研究船正以溫度計串與海面浮標作為標尺，調查向岸傳播的內波構造情形。



圖 4 大氣中的內波，高積雲，巧遇兩層堆疊，圖片中間有明顯分界面，波紋上粗下細，不同造型雲系，自宅拍攝

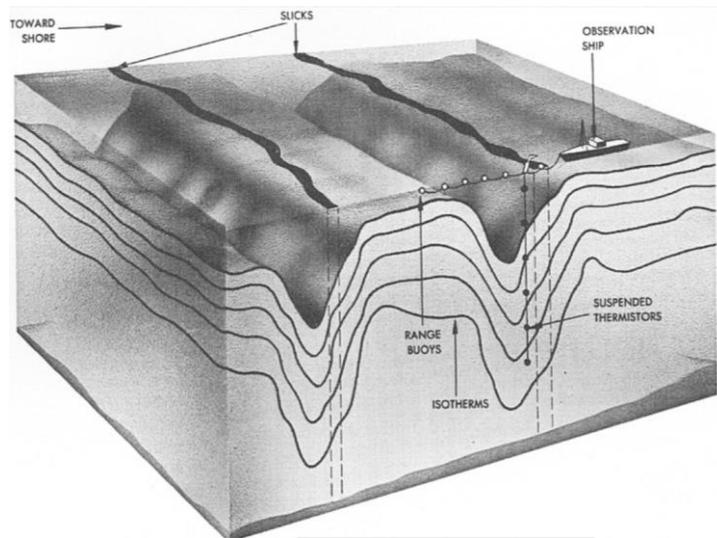


圖 5 船測內波示意圖

2.內波構造

在內波波谷與前一波之內波波峰間的海面上，會出現帶狀光滑帶（稱為波痕 Slicks），這是因為內波所引發的水流運動，會在此處形成水平幅散，使得當地海面上的小波被壓抑（水波在海流幅散區，波能密度會變小），因而海面變得比較光滑所致，吾人常在風平浪靜的海面，同一地方看到兩種不同的小波褶（Rips）及光滑面，就是此因。

兩層流體中，內波行進波（向右傳）所產生的流線以及水質點軌跡，從圖中（圖 6 所示）垂直向的流線在海面附近會向兩側發散，形成水流幅散。該處可能出現波痕（Slicks）光滑帶，至於海面流線匯合後，垂直向下形成水流幅合的地方，則容易積聚海上漂流物，後者也會形成帶狀分佈，尤在基隆嶼、富貴角、彭佳嶼、三貂角附近，航經此海域經常可見（圖 7 垂直向下水流幅合處易聚集垃圾，東北角所攝）。

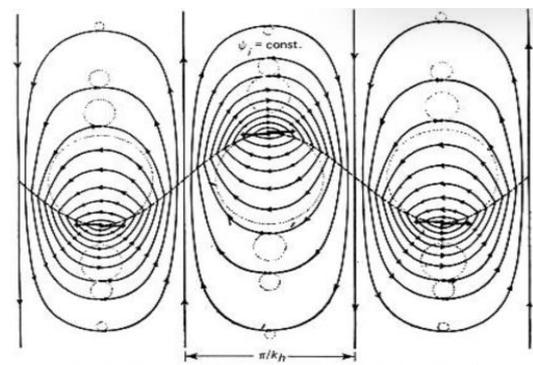


圖 6 兩層流體中，上下垂直面形成水流幅散



圖 7 在垂直向下幅散處，水表面出現光滑帶，容易聚集漂流物，也是內波造成的波痕

海洋內波波列所造成之海面波痕，正如將石頭丟到池塘或是風吹水面，會產生漣漪或風浪一樣，在層化的海洋中，任何一種能夠讓水分子偏離其重力平衡

位置的外力，便有可能產生內波，所以海洋中各種大大小小不同尺度的內波運動幾乎無所不在。

海洋裡很多物理過程，都會影響到海洋內波的行為，包括：海風、日曬、降雨、船隻經過、密度垂直結構、內波與海面波浪交互作用、大氣壓力變化、地轉效應、潮汐、海底地震、溫度差、海洋混合層內的混合作用、混合層發展、海流垂直流切、內波與內波非線性交互作用、海流與地形作用，甚至水中潛體運動（比如魚群、潛艦）等等，都能對內波的生成、傳播以及消散造成影響（圖 8 造成海洋驅動力的物理過程）。

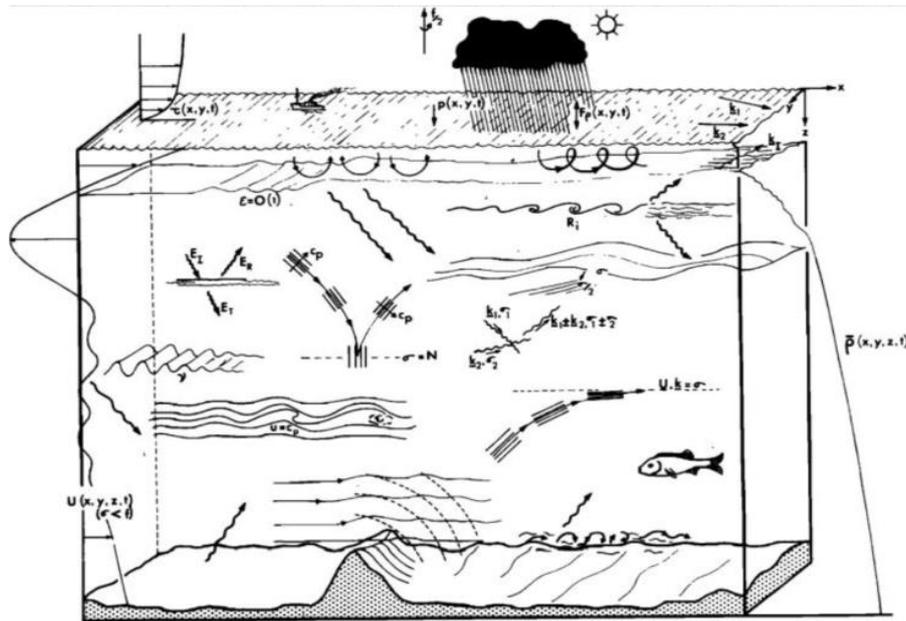


圖 8 大自然現象，造成海洋驅動力的物理過程

內波在平靜無浪的海面上比較容易觀察到表面現象，尤其是衛星可觀測到大面積的海域，為目前觀測內波的最佳工具。內波的振幅與波長要比海面的風浪大很多，影響海面的波高，通常可達 7~15 公尺，但振幅可達 150 公尺以上，水深越深起伏越明顯，有經驗的航海員，在許多海域皆可觀察到在水表面的異常波動現象，如因天氣稍劣，海面特徵被風浪覆蓋，一般人員就不易察覺到，僅能感覺船體異常劇烈搖晃。

3. 密度差異而引發內波現象

風的吹拂即是這一介面的擾動來源，其產生的波動即大家所熟知的海表面重力波。海洋內波的能量主要來自風與潮汐（圖 9 地球、月球、太陽的引力作用產生潮汐），這個外力並未能直接產生內波，而是風與潮汐分別產生慣性流與潮流，遇突起或淺地地形時，密度擾動而產生的內波，稱之為內慣性波（Internal inertial）與內潮波（Internal tides），同時兩層水體有相對流速時，因為海水的密度及黏滯力的關係，上面的水團會有向下翻攪的趨勢，下層水團往上

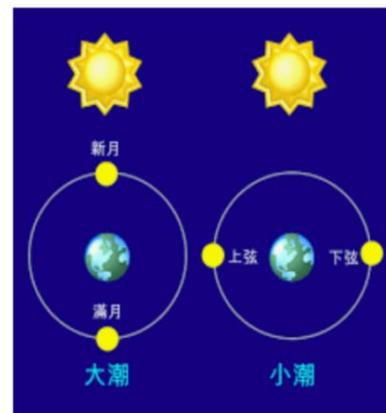


圖 9 天體引力作用產生潮汐

翻攪，此混合與擾動便產生紊流（Turbulent flow response）（圖 9 所示），此現象會消耗部份能量和速度，但也會造成較大振幅（就如同車輛行駛在不平路面，碾過石頭大，上下跳動就變大，受阻車速也降低）。假設半日潮流 70% 能量被轉換成內潮（有一個半日潮週期的流速往返變化），能量即因而被內潮帶出，行進過程產生不穩定狀態，會和紊流一樣把能量消耗掉一部份。

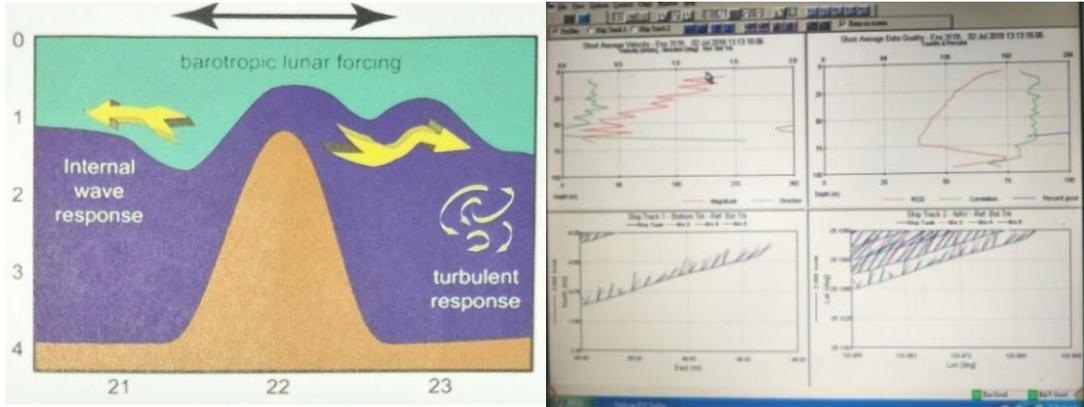


圖 9 潮流經過海脊時，密度差異分層擾動，產生內波、紊流、內潮波。都卜勒流剖儀探測到每一深度的水溫變化

雖然海表面重力波與內波皆為密度介面波動，但是其基本性質卻有不同，這些性質包括時間尺度、空間尺度與產生的海洋流速、溫度等變化，一般而言，表面重力波波長為數公分至數公尺，週期約數秒到數分鐘，振幅小於數公尺；內波則波長為數公里到數十公里，週期為 10 分鐘到數十小時，振幅為數十公尺以上。

內波在水下運動時，間接可看到水表不尋常波動，一般在大潮期間，航行中在駕駛台瞭望的船員，在原本平靜海面，會在遙遠的地平線，每隔一陣即可看到一排白浪花，由遠方傳來，當這道波浪傳到船邊時，可以發現它約幾百公尺到數公里寬，最大波高約一公尺，波長約兩三公尺，海面到處是碎波，拍打船身嘩啷作響，船有時還會搖晃，自動舵跳脫，警鈴大作，這就是內波在海面下通過，其壯觀程度，好比海上的錢塘潮。

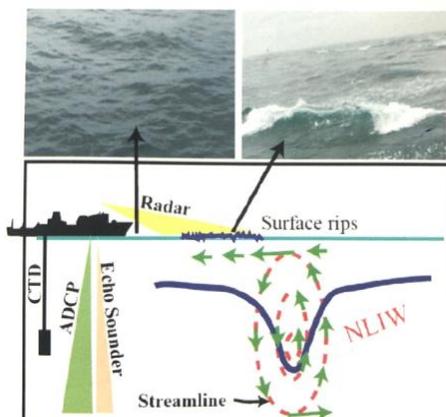


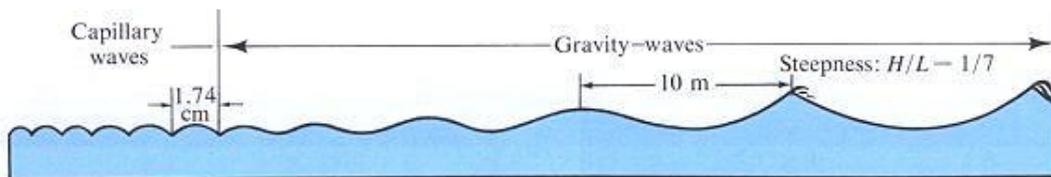
圖 10 內波表面訊號船測方法及水下進行示意圖

內波有一種很特殊性的特質，當內波連續波波列遇到海面或海底時，會發生反射，入射波與反射波，相重疊後則會在垂直面上呈現，此時內波場將轉變為具有垂直構造且向水平方向傳播的平面內波場（如圖 10 研究船內波實驗圖解）。由於內波前端形成海表面速度場的空間不均勻分佈，造成海表面非線性疊置作用產生碎波，這一碎波帶即形成海表面的粗糙帶。

內波有以下特性：1.內波發生在不同的深度便會有不同的波速，且愈深傳遞波速愈大。2.深度愈深波高便愈高。3.當內波發生時，週期愈長，相對應之波長亦愈長。4.提供之波能，偏心距愈大，所測得之波高愈高。5.內波進行時，其波形會漸向前傾斜變陡。6.大潮時的內波，會隨潮汐的波動變大。7.風與浪可增長或削弱內波的進行。9.受鹽度影響春夏季節的內波要比冬季為大。

4.內波之型態

(1) 非線性內波 (Nonlinear Waves) :



水中的漣漪波長小於 1.74cm 時，具有圓形波峰及 V 型波谷，當波長較長而波浪能量比較小時，波形和正弦曲線非常相近，可是當波浪能量不斷增加，重力波 (Gravity Waves) 的波形也會漸改變，波峰變尖而波谷則變平坦的形狀，當尖銳度達到 1/7 或以上時，波形就無法支撐而發生碎波，不論是重力波的波峰變尖或表面張力波 (Capillary Waves) 波谷變尖，都是因為波浪能量增大，而水分子運動速度變快後所導致的效果，水分子運動速度變快，即波浪場的非線性程度變大，而尖銳度也同步放大，波形便不斷陡化。

當水變淺時，水波非線性效應強烈，波面上每一點之波形移動速度與該點至海底距離之平方根成正比，如此一來，波峰便會逐漸追上前方的波谷而形成近似水牆的形狀，強烈時，波峰甚或越過波谷而形成崩捲形態促發碎波，碎波崩解後水波能量即大量消散。非線性內波其週期僅約 10~20 分鐘，波長為 2~3 公里，振幅有時卻可達 150 公尺。

(2) 界面波 (Internal wave) :

發生在兩不同性質流體界面上的波動，例如空氣與水交界面上之水面波。

(3) 孤立波 (Solitary Wave) :

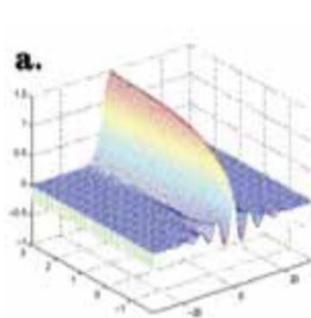


圖 11a 模擬孤立波示意圖，單獨一組波群行進的波

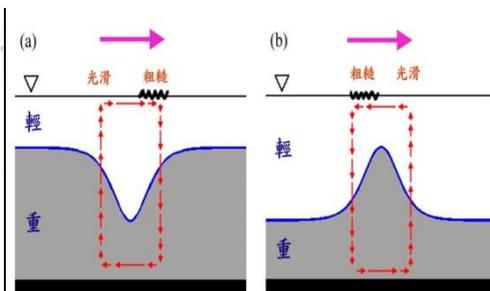


圖 11b 下沉型內孤立波 上舉型內孤立波，具有粒子行為，又稱孤子內波

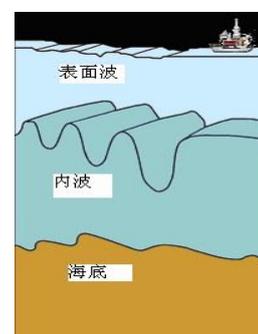


圖 11c 孤立波群前進中示意圖

是一種單獨一組波群行進的波 (圖 11 模擬孤立波示意圖)，在坡度十分平緩

的水中，受到非線性作用影響的水波，其波形會不斷陡化，如果促成陡化的效應作用不是很強烈，那麼就仍有有可能藉助頻率離散作用，將這部份效應散播出去而使波形保持穩定不變，其波形只有一個波峰而其波長則為無限長的非線性波動，如以孤立波的群速跟著孤立波同步移動，則可見波形與波高均不會隨時間而改變。巨大振幅會造成強力海流，行進很長的距離而不散失其能量，並且有兩波相碰而不會改變外型及傳遞的特殊性質（如同兩粒石子同時丟入水中，產生的漣漪向外擴散，雙邊相遇交叉而過，不失原來形狀與前進速度）。因其作用力中之非線性效應與消散項平衡，使得此波動可傳播相當距離而不散失其能量，除有波動性質外，也具有類似粒子行為，近似光具有波動性與粒子性（圖 23a.b 所示）。我國有名的錢塘潮（Tidal bore），就是一種孤立波。波列中的眾波會由大而小，按照振幅與波長大小順序排列（因為大的波包跑得快，小的波包跑得慢造成），而每一個波的波形都和孤立波近似，此種波列也統稱孤子波（Soliton），孤子波形的內波則稱為孤子內波（Internal Soliton）。

（4）波群（Wave group）：

波列通常成群向外傳播，例如船波以及將石頭投入靜止水面後，形成圓形波均是（如圖 12 船波），在某一個定點觀測時，例如首先出現一陣波高較小的時段，隨後波高漸漸增大，而在連續出現幾個大波後，波高又再減小，在每一波群內，可能含括了很多個外觀波形，這群波有時又統稱為波包（Wave packet），波包移動的速度即為群速度，也是波浪能量傳播的速度。



圖 12 船隻行進所產生的波浪，具有波群的特性

（5）慣性重力波（Inertial gravity Waves）：

當重力波的週期很長（一日，但小於當地地轉效應對應之週期）時，其所引起之水質點運動會受到地球自轉效應所影響，此種重力波稱為慣性重力波或是彭卡瑞波（Poincare Wave）。

（6）振幅（Amplitude）：

波面最高點至靜水位之垂直距離，或是波高值的一半稱之。

5. 內波與天氣變化

大氣與海洋均屬流體，瞭解海洋的變動就能瞭解氣候的變遷，海流運動與氣候變遷有著緊密不可分的關係；海洋能儲存相當多的熱能，成為地球最大的儲熱體，海水的溫度變化比較小，使海洋對大氣溫度變化產生緩和調節作用，而海中內波傳遞能量是開放海域的 100 倍以上，功率達 3000 萬瓦，是牽動大洋環流重要能量來源之一，海洋的儲熱或質量交換與海平面的變化，是影響氣候的關鍵因素，特別是海平面與空氣間的熱量、動量、水氣的相互傳送，對氣候的反應，佔有極大的影響力；海洋是造成表面溫度能夠維持平穩的重要因素（圖 13 海洋與大氣交互循環），除了海流外，海水的能量也以熱能和水蒸氣的形式傳遞到空氣中，產生了「風」和「雲」。

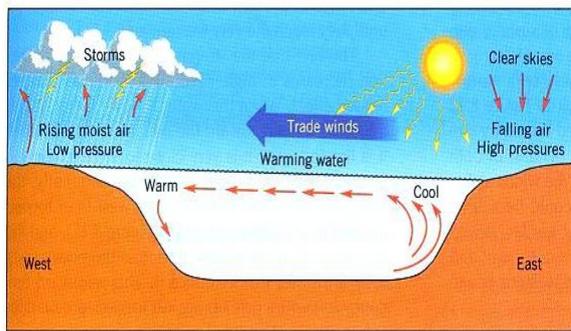


圖 13 海洋與大氣交互作用，形成上下循環對流

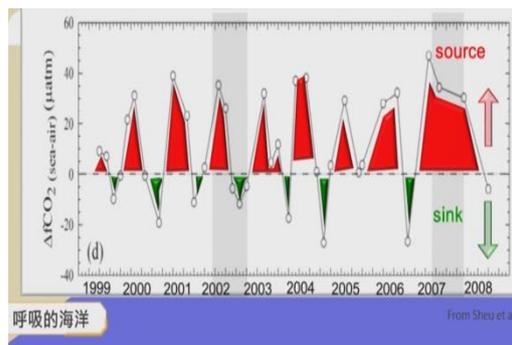
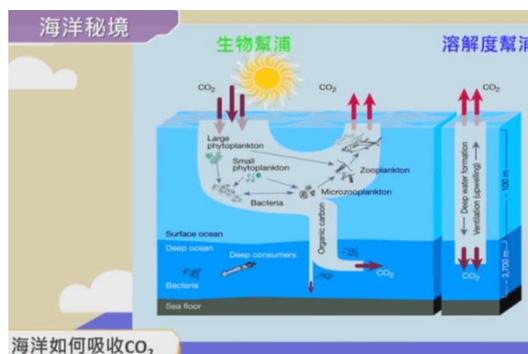


圖 14 海洋把 CO₂ 呼出到大氣，也會把 CO₂ 吸入海洋

海洋吸收到大氣中的大量二氧化碳，也會呼出到大氣中（圖 13、14 所示），行成交換與平衡，水中波動越大，交換對流越旺盛。

水體的位移，因不同的水深和地形變化而出現差異，當初始波產生增幅、共振遭致放大時，將冷水或溫水帶往海面，能推動海水與大氣的流動，在季節風影響下，對流振盪、海氣交換、濕度、輻射傳導，對氣旋重力波的生成，是影響氣象振幅的因子之一；陣風風速大幅度跳動，重力波、太陽輻射、溫度起伏、持續提供不同空間或時間尺度上的擾動對流，水面就會像暴風雨肆虐的海面，除波濤洶湧外，某些巨大內波造成的海面變化，會影響大氣的環流，可影響颱風的生成、發展與強弱。全球氣候變遷跟全球洋流變化關係密切，而海洋內波是牽動大洋環流重要能量來源之一，從人造衛星、地面觀測系統、理論實驗，就能偵測出大幅海洋氣象數質模式，應用於天氣預報與改造，可探知其真實與可靠度，提升預報品質及準確性。



二.內波的生成與發展

內波為全球皆存在的自然海洋現象，且位置皆位於近海岸的大陸棚與大陸斜坡處（圖 15 顯示全球內波存在海域的分佈圖），或者海底突出地形，其中台灣周遭的東海及南海海域，皆是內波活躍的地帶。就全球海洋能量觀點來看，內波於海洋內部能量轉換，扮演著重要角色，海洋能量來源包括風與天體引力與潮汐作用，當這些能量源源注入海洋時，海洋要如何把這些能量消耗掉，以達成平衡狀態？就我們所知，這些能量多半形成海流及波浪，最終在近岸及海底磨擦把能量損耗掉，另一個最有效率的方法即是紊流（Turbulent flow）的產生，讓這些能量在到達海岸邊前即消散一部份。

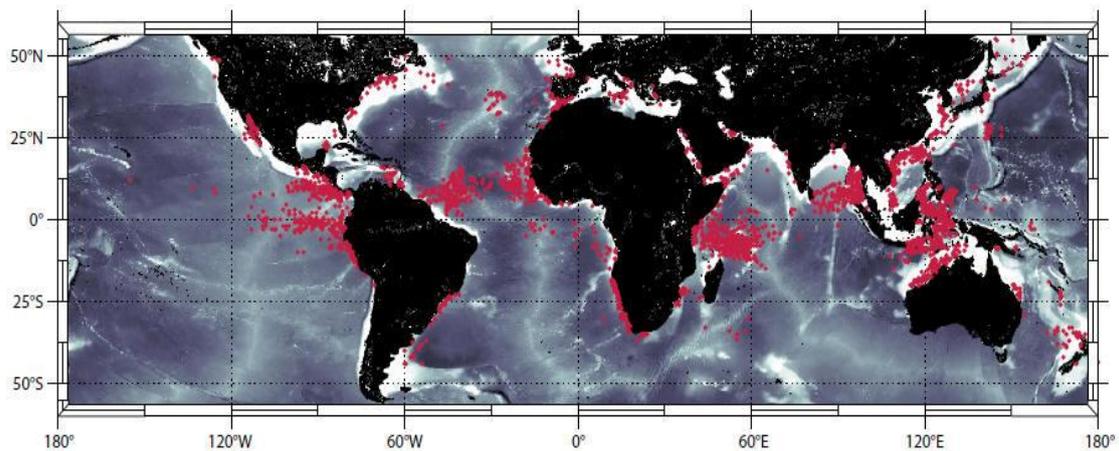


圖 15 紅色點為衛星影像解析出全球海洋共 3500 筆非線性內波出現位置分佈圖

依半日潮流流經突出海脊為例，於海脊處必然有紊流產生，如半日潮流大半能量被轉換成內潮，能量即因而被內潮帶出，內潮在行進的過程中，會產生不穩定狀態 (Instability)，進而形成紊流把能量消耗 (圖 9 所示)，此一現象在大陸斜坡至大陸棚區，因淺化作用更為明顯，很多研究顯示，此一機制為重要的能量消耗管道；在部份海域的內潮甚至釋放部份能量，形成大振幅的非線性內波 (Nonlinear internal waves)，而非線性內波亦更有效率地經由不穩定形態而陡峭、崩捲、破碎，把能量擴散瓦解掉。

1. 台灣周邊海域的內波分佈狀況

台灣東北角和西南海域都是巨型內波的多發區，而內波不只僅僅像海面波浪那樣水平傳播而已，內波也進行海底到海面的垂直能量傳播與海水交換，把表面的熱能與高含氧量 (及二氧化碳) 的水帶到幾百公尺以下的海底，同時把低溫高營養鹽、低含氧 (及二氧化碳) 的深層海水帶到海表面，提供表面生物必要的養份，因此整體的內波震盪，影響到整個海洋水平與垂直上的海水運動，不僅涉及海洋物理部份，更對海洋生物及海洋底質有很大影響。過去研究顯示，主要有半日內潮波與非線性內波兩種，在呂宋海峽為半日內潮波能量起點，向兩側傳遞，進入南海以及西太平洋，同時於台灣東北角陸棚區域亦有稍大的能量通過 (圖 16 所示)，東海與南海的非線性內波研究，目前多為衛星觀測 (圖 17 從衛星遠距中才能觀測到內波大規模活動情形)，現場實測較為缺乏，但仍能看出非線性內波活動頻繁，南海的非線性內波現場觀測於近幾年與其他國家

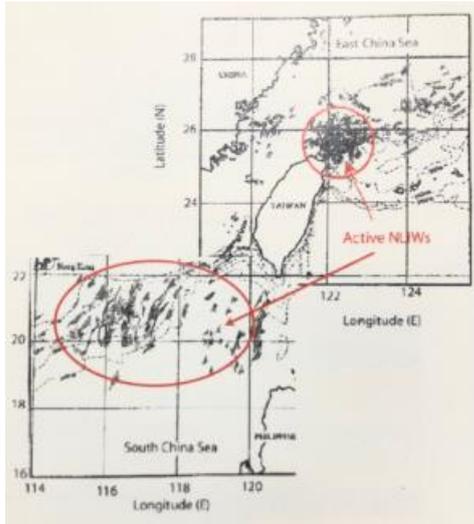


圖 16 東海與南海非線性內波出現頻度高低分佈圖

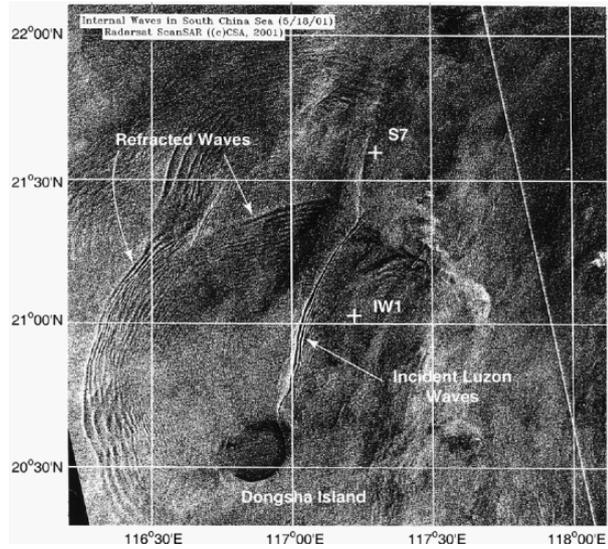


圖 17 太空中 RADARSAT 衛星觀測到南海內波的活動狀況，波長超過 200 公里，產生原因是潮汐流動互相影響所致，孤子內波波包在東沙島發生折射後，形成複雜波紋出現

共同合作的國際研究計劃中，取得不少成果，從呂宋海峽、北南海海棚到東沙附近均有我船測及錨碇之實測資料。

船測實驗方法：用衛星蒐集資料，找出內波可能出現的「熱點」，全球定位系統 GPS 作定點監測，以自錄式海流儀（圖 18 為船測實驗，放錨碇固定、繫海流儀，CTD 偵測海中不等深度的鹽度、



圖 18 船測實驗：放錨碇、繫海流偵測儀、CTD 偵測水溫、鹽度、水壓、滑翔翼自主蒐集水文

與海水壓力、溫度計串、自主滑翔翼與浮標作為標尺)，用三或四個定點同時觀測，在內波未通過前的等密度面上，幾乎均成平行狀態，當內波通過時，等密度面會跟著運動，由此三或四點等距離觀測的波動及時間，便可推測出內波所行進的方向、夾角、波速、波高與波長等物理性質；資料顯示，在東沙島附近的非線性內波為最強，流速變化可達 200cm/s，垂直位移可達 150 公尺，速度為向西 1.5~2 m/s，於海棚與呂宋海峽亦可量測到非線性內波，但較東沙島附近為弱。

1996年後美國海軍來台灣海域

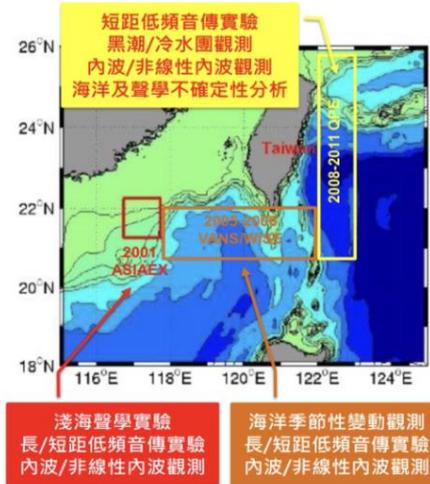


圖 19 台美攜手合作，在我海域調查內波，學者專家齊聚研討，稠密計劃，取得豐富資料，研究成果輝煌

自 1996 年至 2012 年十餘年期間，我國物理海洋學界與美國海洋學者，在科技部以及美國海軍研究局（ONR）合作之下共同規劃(如圖 19 合作計劃項目及範圍)，針對非線性內波現象在我海域進行多次大規模現場實驗，佈放了 ADCP 海流儀觀測陣列，期間曾記錄到大量的非線性孤子內波（波子波形態的內波）事件。

【註 1】參與研究的美海軍應用物理實驗室，上校主任透露，過去一艘核子動力潛艦航經我海域時，遭遇不明原因艦體受損，特派來調查此案，因屬敏感區，避免引發中共關注與騷擾，所以與我科技部採合作方式，用我研究船與科學家，共同進行內波實驗，以瞭解我海域的內波生成及發展。

東沙附近海域在大型子內波來襲時，海水等溫面下壓幅度（波

高）可達 160M 以上，2013 年大陸學者在南海北部所觀測到的最大內波之等溫面下壓幅度更高達 240M，這是迄今已知全球海洋中最強大的海洋內波運動。

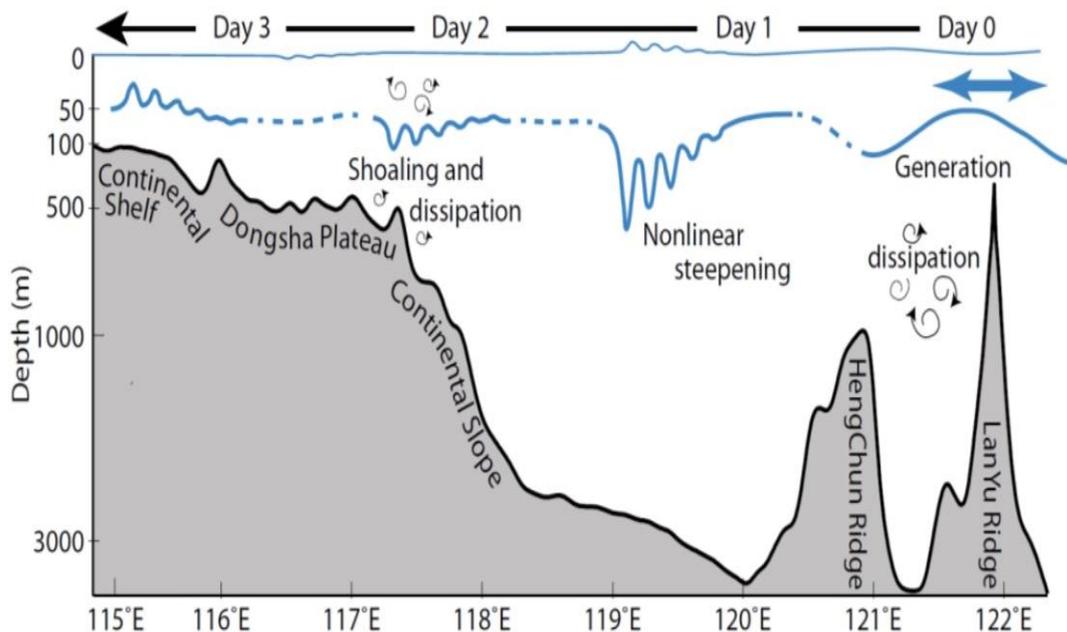


圖 20 南海內波從呂宋到東沙海棚的生成、發展、傳遞、變形、消散演變過程及週期變化

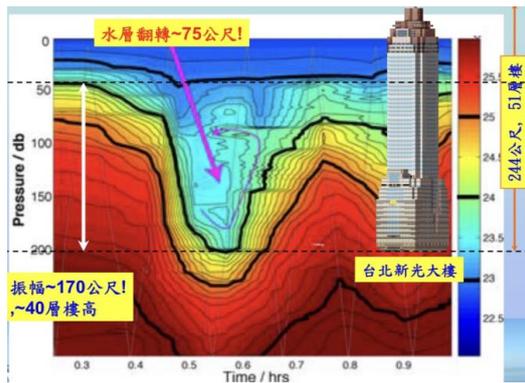


圖 21 探測儀偵測到孤子內波垂直分佈，驟降中，振幅達 170 公尺，溫度下降 12°C 以上，用新光大樓比較，數分鐘內落差可達 40 層樓高

樓高)，水溫驟降 12°C 以上；內波主要由潮汐所引起，逢大潮時內波也較大，強度亦隨季節而變化，因受海水濃淡影響，南海內波的活動，在春夏季節較大，冬天較小。

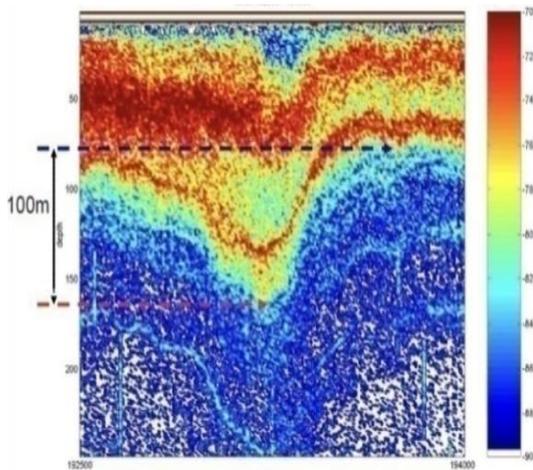


圖 22 研究船在南中國海北部作業時，船上 EK500 聲學回跡測得孤子內波波高深達 100M)

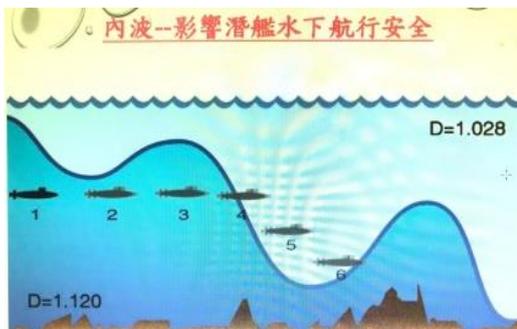


圖 23 受孤子內波沉降作用，潛艦失重急速下沉

我南海的內波是在兩個海脊之間生成（圖 20、26 剖面圖及立體圖面顯示），往西行進至東沙台地，因深度變淺，波速變慢才變形，最後磨擦、擴散、破碎、翻轉而消失，影響範圍約在北南海至東沙之間 400 公里，內波從生成到消散約兩天半，這些內波隨著潮汐變化，到達時間與週期已可準確預報，但它的流速和振幅變化的預報較複雜，尚有待長期觀測，作進一步研究分析。

南海內波可使海水在數分鐘內下沉超過 170 公尺（圖示 21 探測深度變化與新光大樓高度比較，足足有四十層

案例：2014 年 4 月，中共潛艦在此海域執行任務時，發生「掉深」航安事件，調查原因是此區域四季都有「密躍層」，加上潮汐的推動與地形變化，巨型內波自然生成，在行進過程的淺化效應，加劇內波的振幅與速度，同時亦將「密躍層」擠壓降至中層海面（約 300 公尺），造成潛艦「驟變」急速下沉（圖 22、23 船測、潛艦遇孤子內波下降圖），這對我水下作業、鑽探、基樁工程、潛航、低乾舷、深吃水船艦影響甚巨，不得不慎防。

2. 內波構成的影響

內波是一種重要的海水運動，所產生的流速、流切對水下物體與海洋工程的安全影響甚深，結構如機體、底柱，會受到強大的扭力而毀損，潛水客或水下作業人員瞬間被拖入深海失壓暴斃；船前進中在很淺的地方造成的波動，會使水分子運動方向變不規則，因此造成船舶速度忽快忽慢現象，操控困難，如岸壁效應、淺水效應；內波對生態影響則有好有壞，在

海洋地質上，內波產生的泥砂再懸浮作用，是目前亟欲擴展的領域。湧升作用會將深海的營養鹽與一些深水海洋生物帶到表層，利於浮游藻類光合作用，亦有魚類、鯨豚會追逐內波覓食，內波有時會將冷水往上推，對異營性細菌活性有增長影響，南灣和東沙島海水均溫因而比大堡礁等地區低，珊瑚礁白化率也較低，出現較高葉綠素濃度，壞處是溫度過低，可能讓珊瑚冷休克，影響生態。

海水受周遭環境的擾動如紊流、黑潮、東北季風、洋流、漲落潮，當不同方向、不同波長形成波狀起伏的大規模造波運動，匯聚後浪就會失去穩定性，並在內部聚集能量釋放，產生巨大振幅，抬高海面下壓海底，波形陡化激起高聳巨浪(圖 24 所示)，造成船隻翻覆，消耗船隻的動能，使操船失控，破壞船體結構，過去不明海難均與內波有關。

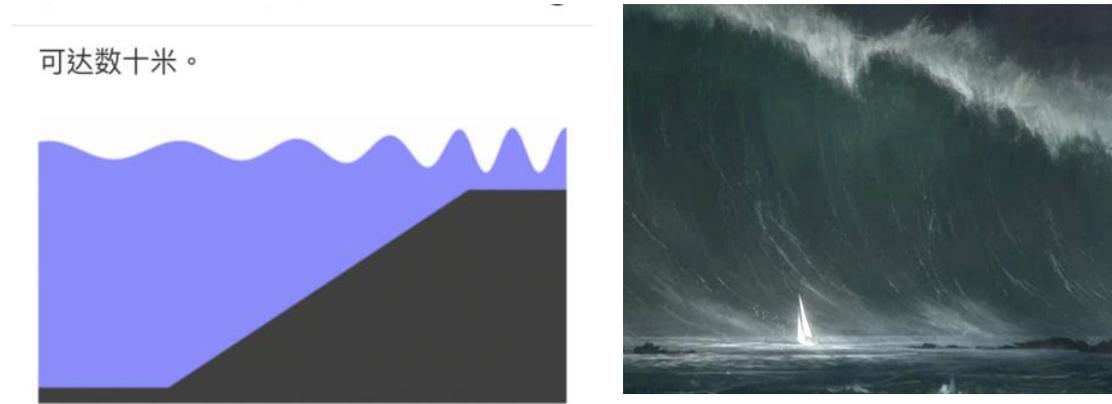


圖 24 內波淺化後，振幅變大速度加快，能量釋放，海底磨擦受阻，上部前進速度比下部快，波形陡化掀起巨浪

台灣東部是全台表面潮汐最弱地區，平日潮差僅在 0.5~1 公尺之間，水下 300 公尺的變化也不大，但令人吃驚的是在 300 公尺以下，水層有明顯的半日潮週期運動，垂直振幅可超過 100 公尺，相當於 30 層樓高，更奇特的是這種規律振盪，一直延伸到 1000 公尺的海底都沒有絲毫減弱，此振幅由地形來分析，應與琉球島鏈的海脊有關，這種現象在花蓮近岸被發現，其規模之大，舉世罕見，可惜，因日艦常在我海域越界干擾研究，大區域的跨國合作相當困難，資料取得較不完整，無法作進一步分析。

花蓮東方的太平洋有黑潮經過，擁有得天獨厚的斷層縱谷地形，地勢陡峭水質清澈，是發展深層水產業最具潛力場址，台大海研所曾受經濟部委託，監測深層海水的水質，發現從 662 公尺汲取的深層海水中，營養鹽濃度不時變化，有



圖 25 海洋深層水佈放汲水管時的施工情形，卻遭遇強大內波全數損毀

時改變超過 30% 以上，研究船外海進行連續 24 小時的水文與流場觀測、採水分析，偵測出深水團多維空間的活動頻繁，它的流速、方向和鹽度變化很大，產生不同水團交錯層疊情形，也是低鹽水與高鹽水層上下交錯出現，如同「千層糕」(Interleaving) 層疊。設置在花蓮港附近的「台肥海洋深層水園區提煉廠」，首次鋪放海底汲取管線(圖 25 所示)時，即遭海流強烈振波，將數公里長的管路幾乎摧毀殆盡漂散四處，迄今海岸邊還殘留串串藍色廢棄管。知本深層取水管則佈放三次均失敗，損失慘重，其原因均歸咎於天然災害，在設計時未考慮到波浪、海流、水層變化、深度增加承壓改變、管線配重不均，汲水管隨著海流的震波在海床上漂甩，導致撞擊損毀，這都是在水表上無法觀看到的內波行為。

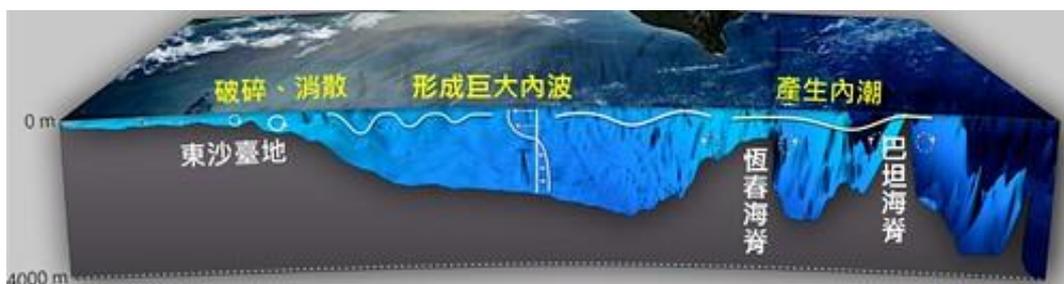


圖 26 台美團隊聯手合作揭露的南海非線性內波的生命史，剖面示意圖

三.內波生命史(圖 26 生成、發展、傳遞、變形、擴散、破碎、翻轉到消散)

南海內波存在已久，但早年觀測資料不全，沒引起科學家的注意，過去海洋科學家偏重觀測尺度較大的運動，十幾分鐘的內波置於十幾小時的觀測資料中，相當於雜訊，直至 1990 年代，美國石油公司鑽油平台在南海探勘石油時，突遇強流而位移斷纜，鑽探設施損毀，調查後發現是內波行為，南海內波才漸受到重視，但過去受限於海底探測儀器的不夠精密，及廣範圍積中，科學家無法全程觀測到，於近年擴大南海北部的海域裡，與衛星同步偵測到非線性內波其強度卻是全球海洋中最強的。

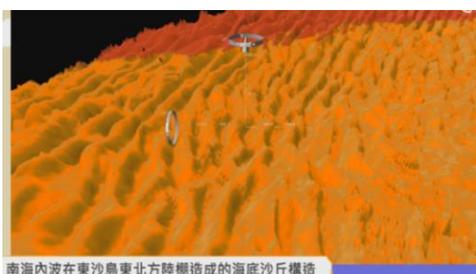
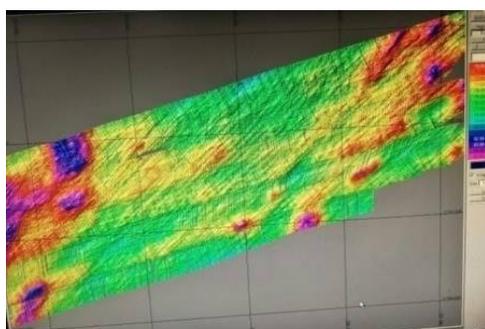


圖 26 用多波束側掃聲納探測到非線性內波磨擦海底刮痕，掀起二十餘公尺高的沙丘群，把部分能量消耗掉

內波傳入陸棚區淺海後，除了與地形作用發生淺化頻散現象，也會分解成許多波，以不同速度傳遞，如果太強烈則有可能產生碎波、折射、繞射、反射等現象外，更會因為海底磨擦增強而逐漸消散(圖 26 用側掃聲納探測到非線性內波經過時，磨擦海底留下的刮痕，掀起的沙丘群有二十餘米高，減緩波速前進)，也會因海水層化構造中，將波型由下壓型(Depression type，指上層較暖，會往下凸伸)轉變為上舉型(Elevation type，指下層冷水向上隆起)波型，甚至在傳到更淺的地方時，上舉型內波會僅剩波峰，呈現分離的一團冷水貼著海底繼續往

上溯。根據錨碇 ADCP 海流及水壓觀測資料估算，東沙台地附近非線性內波（包括孤子內波與內潮），與正壓潮波能量消散情形，顯示南海孤子內波在傳至陸棚淺水區後，能量將快速消散（如圖 27 錢塘潮），最後因混合擴散作用而終致消失不見。顯示孤子內波波包，在東沙島發生折射後，形成複雜波形（如圖 28 衛星照）。



圖 27 自然界的孤立波—錢塘江河口孤立波型態的湧潮，在水面造成波紋

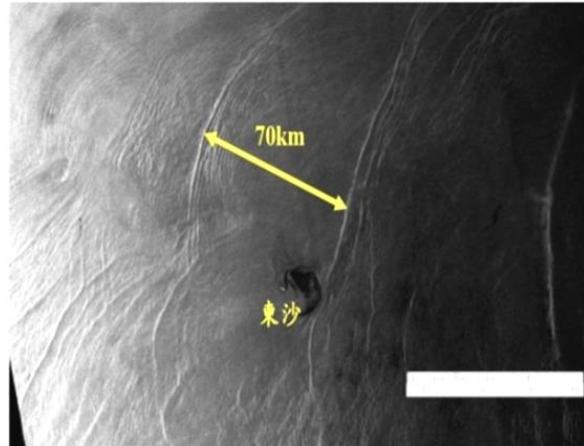


圖 28 RADARSAT 衛星拍攝，顯示南海孤子內波向西傳至東沙台地時，波峰與波峰距離在 70 公里以上，當發生折射後形成複雜波形，波速減慢，波長變短，但波包中孤子內波的數目增多而漸分散減弱

過去航經巴士海峽無數船隻慘遭吞噬，被稱作「魔鬼海」、「運輸船墓地」，尤在 1970 年~1990 年代，當時台灣經濟蓬勃發展，加工製造三夾板大量外銷，被喻為木材王國，所載運木材多為南太平洋島嶼及印尼、馬來西亞及菲律賓等國輸入，必經台灣與菲律賓一水之隔的巴士海峽，航經此區尤感搖晃劇烈，操控困難，時而舵機跳脫，對低乾舷、甲板高裝載、定傾中心高、GM 穩定值只剩數十公分甚或幾公分的木材船而言，到了冬季，將是許多船員的夢魘，年年發生多起海難，奪走許多台灣船員的寶貴生命（圖 29 所示，由衛星照及實測記錄，航經巴士海峽船隻必經強大內波區，為造成海難頻傳主因），用現在科技來解析海難原因：巴士海峽的巴坦海脊與恆春海脊，是巨型內波的多發區（造波區），呂宋海峽為半日內潮波能量起點，振幅頻率高（如圖 29、30 衛星拍攝與電腦模擬實驗所示），受黑潮、東北季風、漲落潮引發波狀起伏的大規模波動，穿越呂宋海峽向西傳遞，激發的浪湧要超出原來想象巨大許多，船的航向朝北，與浪湧成 90 度正橫，使船左右猛烈搖擺，最不利滿載船；右舷不斷上浪浸沒水中，將原木打散，艙蓋、帆布破損，究理是造成海難頻傳的主因，且都是右傾進水沉沒（圖 29 所示）。

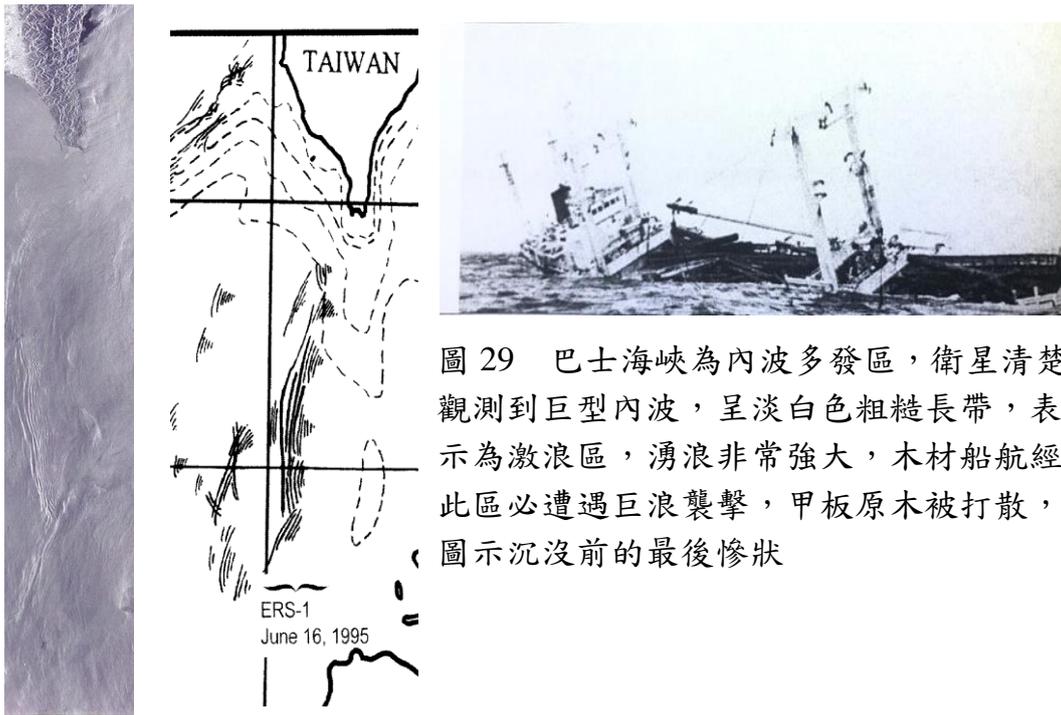


圖 29 巴士海峽為內波多發區，衛星清楚觀測到巨型內波，呈淡白色粗糙長帶，表示為激浪區，湧浪非常強大，木材船航經此區必遭遇巨浪襲擊，甲板原木被打散，圖示沉沒前的最後慘狀

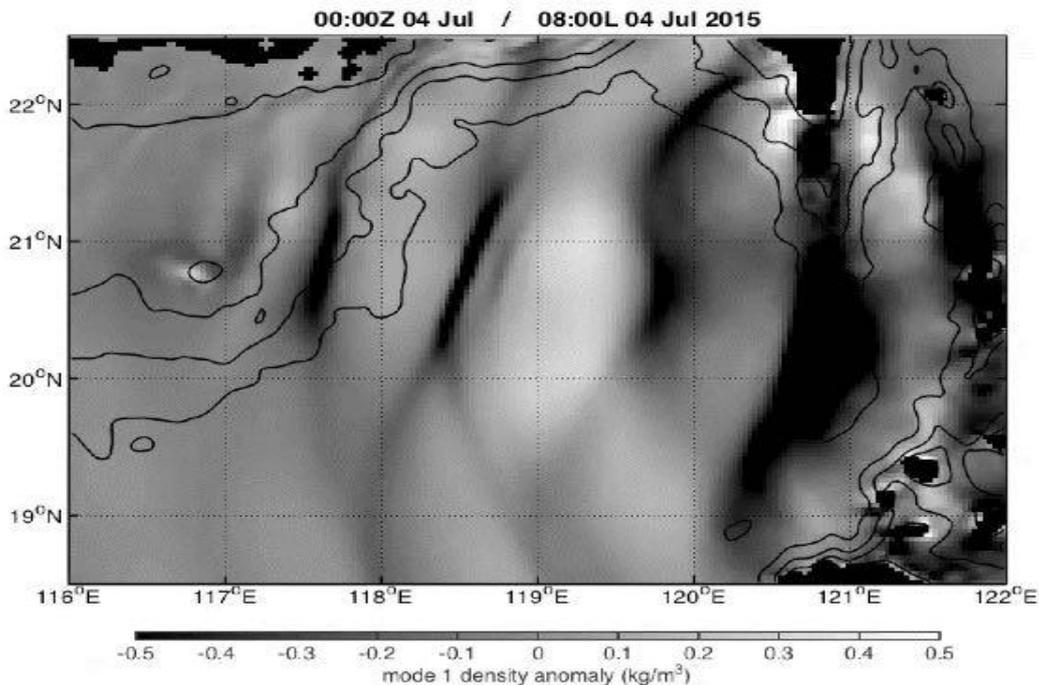


圖 30 電腦模擬南海內波，由巴坦海脊產生的內波向西移動，到東沙島棚地時漸漸減弱消散

我研究船在東沙島附近進行內波實驗時，偵測到非線性內波波列（如圖 31 雷達偵測到內波顯示照，向西北方向傳遞），當時海上吹東北風風力七級，氣候惡劣，船上用 X-band 雷達觀測，Range 為 24 海浬，雷達受到干擾，中心點向外的海面雜波很多，但非線性內波的波紋卻清晰可見，同時用 ADCP 聲納回跡儀亦顯示出內波垂直層疊變化及擾動情形（圖 32 所示）。

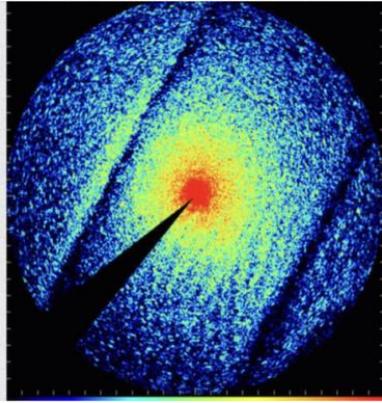


圖 31 船上雷達 Range-24 海溼監測到非線性內波波列，由東向西前進，兩波列之水平距離為 23 海溼，與四週的浪湧相比，浪中有超巨大浪

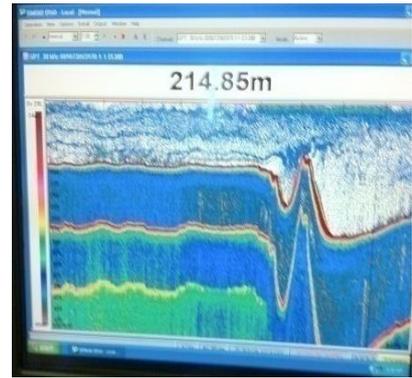


圖 32 ADCP 聲納回跡顯示內波水平、垂直的流速、位移變化及擾動情形

四.海洋科學實驗，攜手合作，成果輝煌

台美雙方對海洋科學研究計劃長期合作下，我國內的海洋相關研究單位與機構，都曾利用這個機會，派遣教授、研究人員、技術員、碩、博士研究生，參與這項研究，投入的研究人力前後達數百人，歷時 15 年(圖示 19 參與研究人員及探測範圍與研究項目)，透析了我國海域至南海內波的生成、發展、傳遞、變形、擴散、破碎、翻轉到消散的「生命史」，曾刊載於國際知名的「自然 Nature」學術期刊第 521 期，深入報導台美雙方的海洋科學合作研究成果。



圖 33 日巡防艦及軍機不斷逼近阻撓我研究工作

南海地區政治議題複雜，島礁多國盤據、海域劃界不清、糾紛層出不窮，美研究船曾在該區域的實驗調查，遭遇中共多方阻擾、驅離，執行困難，復改以合作方式，用我國海洋科學研究船執行該任務，而在我東部海域，則時遭日艦、軍機無理干預驅離(圖 33 日巡防艦及軍機不斷向我研究船逼近騷擾，極不友善的阻礙我工作之進行)，



圖 34 航前會議，中外學者、專家齊聚詳加研討稠密計劃



圖 35 儀器安全收回，圓滿達成任務，取得豐富資料，團隊齊聚歡呼

我研究團隊通力合作，克服萬難、耗費心力、研究冗長，其獲取的資料與成果實得來艱辛不易。

(圖 34、35 中、外科學家在我國研究船上內波實驗時，作稠密計劃詳加研討，完成實驗時，取得豐富資料，團員齊聚歡呼)，除了取得科學方面的研究價值外，也學習到操作最新的海洋探測儀器，大幅提升我國的海洋科學研究實力，亦包括海洋生物資源管理與國防安全的運用，該學術論文發表有來自台、法、美、韓、加等 25 個研究單位的 42 位共同作者，其中 8 位為台灣學者，以往對過去內波的相關研究，多偏重於現象觀察，此為首次解析內波完整的週期與樣態，另將其使用於海洋氣象數值模式預報來提昇品質，除培養我國海洋科技人才外，也引用該研究所累積的技術與知識，大幅充實了科技部海洋學門資料內容，並應用在海洋科學教育與國防教育上得到更多的精進。

五.內波在國防上的重要性

內波會導致海水等密度的波動而產生溫度場擾動，對海洋聲傳亦有相當大的影響，是海洋聲傳研究不可忽略的因子(圖 36 施放 ADCP 聲納拖體，顯示內波影響水中聲音行進)；內波場的環境是一極重要的海洋戰環境參數，水下聲波的音源強度和行進方向如發生變化，會影響海軍潛艇水下航行及聲納與武器的使用，在分層界面附近活動，會使得潛艇水下操控變得困難；其密度差異、水平與垂直流速，突如其來的變化，會影響潛艇浮力，將潛艇帶得更往下或往上升

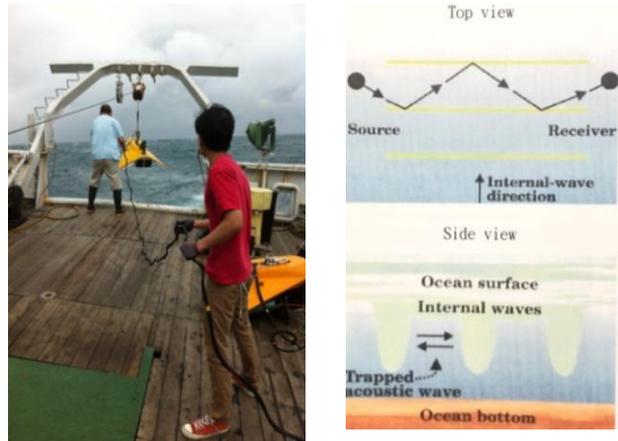


圖 36 拖放聲納水中測試；
影響水中聲音進行

(圖 37 所示)，承受不住高壓會被擠碎。潛艇跟著內波航行，因會折射聲波，敵方聲納無從發現行蹤；了解周邊海域水文參數蒐整(圖 38 海洋環境參數示意圖)，及海洋內波與發生機制可趨吉避凶，化阻力為助力，在兩岸兵戎相見時，戰場環境資訊整合，可爭取到國家最大利益與戰略優勢，將武器裝備發揮於極致，對海軍作戰、國防安全有莫大助益。

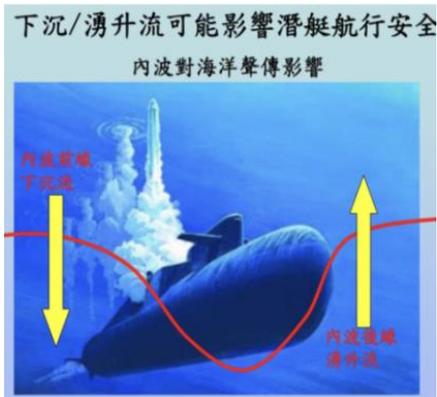


圖 37 內波湧升.下沉影響潛艦安全

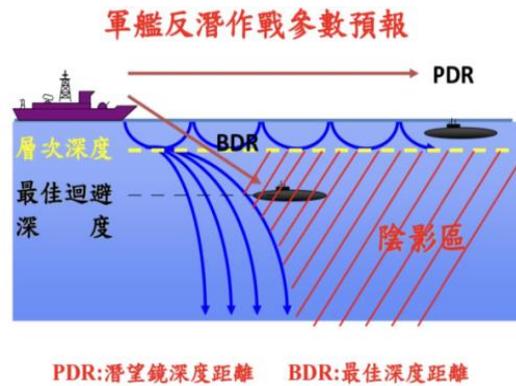


圖 38 蒐整海洋環境參數，有利潛艦作戰

六.內波與海難救助

我國歷年來不明海難均與內波有著極密切的關聯，可以「如影隨行伴著你」來形容，尤對中小型或低乾舷船危害最大，過去常見航海前輩，憑著豐富經驗，對某些「特發區」避開或繞道而行，就如三貂角、富貴角、黑水溝，在天氣惡劣、潮水強勁時，避而遠之，甚至緩出港暫避風頭。海難是船員最大夢魘，在救助上對內波的認知懂與不懂，就懸命在一線之間，往往因判斷錯誤，釀成災害或錯失救援良機，懂得「內波」，可救人一命，也可救自己一命，更可揭發不明海難的真相，以下案例可作借鏡：

1.2008年12月14日，「聯盟輪」滿載砂石，由花蓮港駛往基隆港，當日為滿月有最大潮，又是強勁東北季風，在三貂角交界處，會遭遇強勁內波掀起巨浪(圖39所示 激起驚人巨浪，衛星拍攝到東北角海域有巨大內波活動)，船長竟無此常識，也不鋪蓋帆布作預防，航經此處甲板即遭接踵而至的巨浪不停覆蓋，海水從艙蓋縫中大量灌入，船隻幾近沉沒，當撐到鼻頭角時逢遇第二道內波(圖39衛星照所示IW為第二道內波)，船隻立即傾斜沉沒，發出求救信號，當時本輪距離出事地點尚有25海浬，抵達後亦參與了搜救工作，詢問救難指揮中心，得知已救起五人，尚有四人失蹤，在失事現場有近二十艘艦艇及兩架空勤直升機搜尋，如此龐大搜救陣容，在附近找了近六小時都找不到人，深感納悶，翻閱潮汐表，當日是滿月最大潮，海裡有大規模波動，流水強勁向西流，立即調頭將船轉向西方，獨自離開搜救船隊，航行了7海浬後停車漂航，果真在此位置聽到呼救聲，以探照燈照射，見兩影漸漸靠近，一人被撈救上船(如圖40獲救船員)，另一人則在拉起時，因救生衣鬆脫，

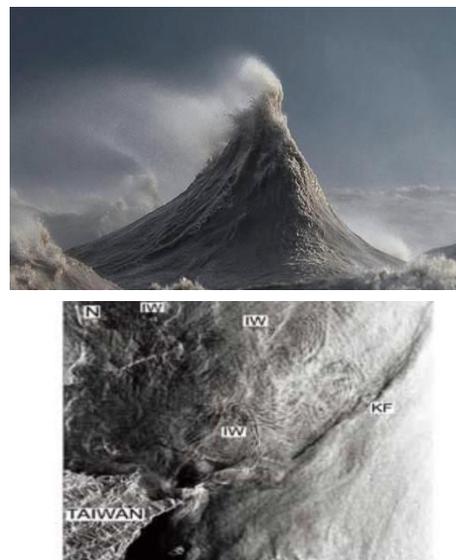


圖 18 1994年5月10日圖東北角海域ERS-1衛星SAR影像，影像中KF為黑潮主流，也就是產生第一道內波，IW就是小的內波

圖 39 衛星拍攝東北角海域，巨大內波活動，尤在大潮期、天氣惡劣時，常常會激起澎湃洶湧的高聳巨浪

失手滑入海中，招喚所有船艦前來此附近搜尋，但時間已久、擴散更廣，再也救不回失蹤的船長、大副、水手三人了。

從這次海難救助中，給了我們很大的啟示，他人的遭遇也是給自己的警惕，如何從臨機應變的機智中得到生存，是值得我們學習的地方，也因諸多設備上的缺失及人為錯失（忽視或無知）而喪失了生命，以下幾點是我海員萬萬要注意的事項：

(1) 當首批獲救五位船員，他們在船沉沒前，拿了一條繩子串綁在一塊待在高處，當撐到最後船要沉沒時再一起跳水，人多目標增大，其中一人帶了手電筒向上照射，立即被趕來救援的艦艇發現，這一串人員就輕易全部獲救。

(2) 救生衣上均配置口哨與救生浮燈，黑夜裡很容易找到落水者，但所有艦艇都未見到任何救生閃燈，深感納悶？且航政單位對砂石船檢查特別嚴格，查問生還者，原來船長防備船員偷用裡面的乾電池，為應付頻繁檢查及求生滅火操練，全部集中保管了，且操演時也從未告知救生衣的夾袋內有口哨，此兩樣救命武器在這次海難中竟全無用到，徒增救援的困難，船長不智行為不僅造成此次海難，也因此斷送了自己的生命，屍骨未見。

(3) 被我船尋獲的兩員，一人在撈起時救生衣鬆脫，再次墜入海中失蹤，另一名被撈救上船的船員，雙頰、頸脖被救生衣領磨得血淋淋，望之觸目驚心慘不忍睹，這才驚覺到，每艘船上配置的救生衣，都是通過 CR 檢驗合格、SOLAS 安全認證過，各航港單位也繁複檢查、操演、穿著，都未曾注意到無此穿過胯下的綁帶（圖 41 所示），跳海後浮力全集中在頸脖之間，人在求生爭扎中，會極速脫水消瘦，及湧浪起伏，人、衣不斷磨擦（水有滑溜作用），綁帶漸會鬆弛，甚至脫



圖 40 黑夜的巨浪中，大海撈針，估算潮流方向、流速、時間、距離，尋獲兩人，僅（左）曾福趾一人獲救生還。



圖 41a 航輪上普遍配置的這款救生衣，僅胸部以上受浮力支撐，極易鬆脫滑失，海難中將成奪命殺手



圖 41b 右兩位穿的救生衣綁帶繞過胯下，很安全，左一位穿的救生衣，跳入水中將鬆散脫失，大浪中臉頰、頸脖不斷與救生衣磨擦破皮，極不安全



圖 41c 曾歷經生與死的爭扎，研究員刻骨銘心體驗，特別專心聆聽海上求生訓練，檢查安全裝備

落（有人高處跳海，人、衣當場分離），卻成致命性陷阱，這是我海員、航商、航政、檢驗單位應思考的問題。

海研五號海難生還的研究員，亦有同樣遭遇，心有餘悸的向我們反映，穿這款救生衣，當高處跳下水後，立即鬆脫，其缺陷都是沒有穿過胯下的綁帶支撐造成，請各位海上工作者，不妨檢查身邊保命的救生衣，如沒此綁帶，請自備一條繩索，急難時才不會發生上述慘劇。

CR 驗船師田文國教授，對海難救助深入研究與探討，造訪無數倖存者，從這次海難經驗中，認為救生衣上必需配置一條十五米長的綁繩，跳海逃生時，眾人可牽綁一塊不致漂散，增大目標易於搜救，一人被發現全部都獲救；人在恐懼絕望中可相互照顧壯膽，增加求生意志；救生衣必需有繞過胯部的綁帶，以防鬆脫，並去函給 SOLAS 建議改善此從未注意到的重大缺失。

更值得關注的是：絕大多數海難均發生在狂風巨浪中，歷次海難中少有人是使用救生筏逃生成功的，其因拋入海中，上下起伏高達數米，劇烈搖晃中與船舷、甲板碰擦、翻轉，前後、左右漂移達數米以上，不可能固定就位，小小筏門僅供一人鑽入（如圖 44 所示），巨浪中攀梯登筏比登天還難，拋一只少一只，活命機會就更少，如不幸遇海難發生時，各位不妨立即將筏卸下（千萬不可抽拔充氣繩，膨脹後體積變大，無法搬移，筏重數十公斤，檢驗員一人就可搬動安裝，很輕巧），搬到駕駛台兩翼或空曠高處再打開，大家守候筏邊或待在筏內，船難情況千變萬化，何時沉？會不會沉？援助何時來？靜觀其變，船是最大浮體，早跳早死，船在人安、船沉人筏一起漂走，這樣是唯一安全的登筏逃生法。

2.2008 年 4 月 26 日，8 名潛水客在七星岩海域潛水，忽視了當日是大潮，有強勁水流，未計算潮水時間，致無法游回原位，到約定時間未現身影，駕駛向東港漁業電台及後壁湖安檢所通報求救，海巡署出動五艘巡防艇及兩架空勤直升機，赴失蹤海域大規模搜尋。

經一天半後，潛水教練終於在新香蘭海域自行游上岸，海巡署高雄、屏東、台東隊部據報也加派巡護艦一、二號，以及 6 艘巡防艇增援，並呼叫附近漁船一同協助搜尋，直到 40 小時後陸續被直升機尋獲（圖 42 潛水客獲救情形），飛行官許世琦表示，能找到是根據潛水教練的指述，將直升機搜索範圍調移至台東沿岸，遇難潛水客向直升機打閃光燈，因而陸續被發現獲救；他們漂流了 100 多公里，離失蹤時間已超過 47 小時，據獲救生還者表示：一直看到海巡艦艇都在他們的南方不停來回穿梭，就是不會順著流水向北尋找，幸直升機機動性高，駕駛員聽



圖 42 飛行員即是遵照潮流原理



循線尋獲潛水客的

從潛水教練的指示，搜索範圍向北擴大，居高臨下得以獲救，如靠龐大艦艇的知識程度去搜救，恐早已葬身魚腹。從上述兩起事件來看，我警大、海巡、救難指揮中心對「海流學」、「潮汐學」綜合下的「內波學」教育，確有待加強認知的必要。

我國東部海域有固定性的黑潮，流向 NNE（如圖 43 實驗所示 用 Sea plot 往複偵測流向亦為 NNE，流速 2.4 節），如照飛行員所說，從案發到獲救，相隔 47 小時，方向亦為 NNE，漂流了 100 多公里，平均流速和實驗中測得的 2.4 節非常接近，如懂潮流的話，很快就可推算出落海者或船難的任何時間位置，飛行員即是遵循此法及教練指示，尋獲潛水客的。



圖 43 東部海域用 Sea plot 與海流偵測蒐集儀，實測黑潮的流向、流速，當海難發生時，只要循線搜尋，將有莫大收穫

3.2005 年 2 月 10 日晚，當國人在歡度新年，舉家圍爐團聚當兒，滿載 4700 噸砂石的「瑞太八號」，於 1720 駛離花蓮港，在寒風刺骨中，頂著六級大浪以八節航速開往日本石垣島，但出港未久，卻在花蓮港東方 10 海浬處，船東無端接獲船長不斷打來「報平安」的電話，並播報船位，1950 之後即告失聯，從此 16 名船員和 2 名怪手司機，連人帶船離奇蒸發，迄今下落不明，同時破解了我國及日本在國防高科技電子防禦網中（雷達），不可能發生的防禦漏洞，何以如此懸疑離奇？實令人百思不解。

由於海難事故頻傳，2013 年交通部航港局邀請船長公會彙編研擬有關「散裝砂石船海事預防及檢討」方面的課程教材編撰及授課內容，宋秘書長特邀請我撰寫有關此方面的海難報導，蒐集「瑞太八號」相關資料後，標示海圖上核對，因剛出海航行距離短，用 D.R 推算船位誤差很小，但核對後發現所有資料竟全對不攏，南轅北轍，除官方的謀星、和星兩艦在三貂角海域尋獲的救生艇筏位置正確外，其餘所有船東提供的資料全是一派胡言，且在這短時間內，船竟飛射到日本國境。這些令人起疑的第一步，即用黑潮、風浪、拾獲漂流物的時間、距離、方位推算，來查驗資料的正確性：

(1) 船東所報最終船位在日本境內，尋獲的救生艇筏應隨黑潮從與那國島與八重山島之間漂往沖繩方向，不可能會迴流到我國三貂角附近。【註】剛巧有諸多中外潮流專家在花蓮外海海難現場做「內波」實驗，趁此機會利用「海流蒐集儀」及「Sea plot 電腦模擬」核對，認定船位作假。

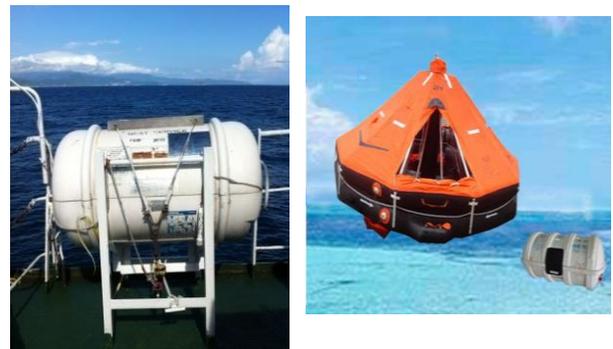


圖 44 當船沉沒，救生筏會自動脫離浮出水面，受外殼保護，不可能有擦碰、破損痕跡

(2) 海巡艦尋獲的破損洩氣救生艇筏，沉浮水面，受風影響小，受流影響大，用海流實驗記錄（如圖 43 所示）推算漂流航跡，是交叉在當日 D.R 航線上的 1950，花蓮東方 19 海浬附近。

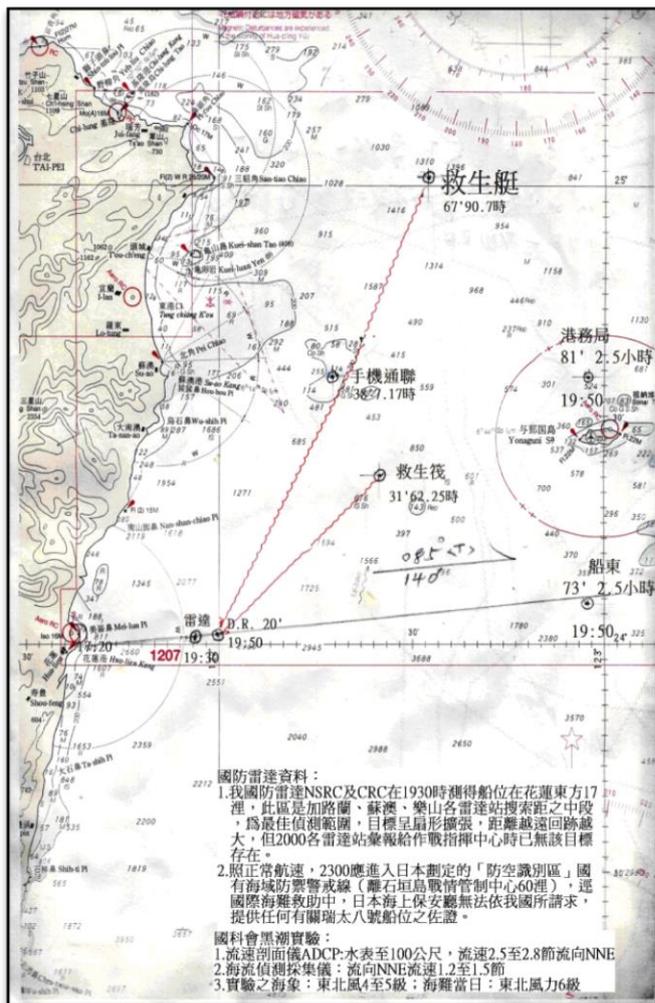


圖 45 所有資料標示海圖上，都成答案，海難過程一目了然，真與假破綻立現；救生艇位置與海流方向、國防雷達、D.R 推算、謊言，都能找到沉船位置

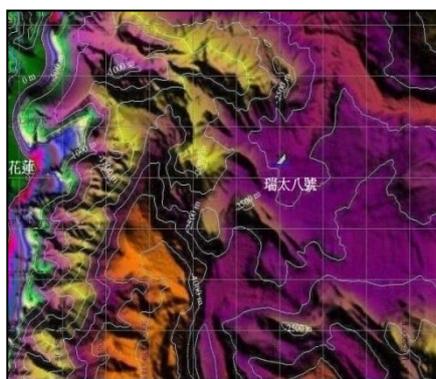


圖 46 瑞太八號於 2005 年 2 月 10 日 1955 時，沉沒在花蓮港東方 20 海里的太平洋 3020 公尺深處

(3) 一只破損洩氣的救生筏 (圖 44 救生筏構造與使用方法)，是船要沉沒前，由船員逃生時拋下，在巨浪中猛烈起伏擦碰船舷、越上甲板、勾刺各種突出物，甚致翻轉、纏繞，在這三至五米高的巨浪下，繫繩 20 米長，細如筆，人力根本無法拉回原位攀登，直至船沉沒繫索被拉斷，筏脫離。如是無預警突然沉沒，救生筏在水下二到四米處，彈簧脫勾會隨水壓自動施放脫離、充氣、打開外殼，繫繩底端受拉力會自動切斷脫離沉船，筏邊外體不可能有任何擦碰痕跡，尋獲的救生筏是在大海上而非岸邊，不可能受到任何擦碰損傷，由通話時間及筏的破損、繫繩斷痕，即已明確告知漏水早已發生及當時的整個海難狀況，船員曾做了極度的求生爭扎均未成功。

(4) 由海洋大學田文國、徐元和兩位老師撰寫的「國內航線船舶檢查制度與海事案件之檢討」教材中，對「瑞太八號」的資料蒐集，發現船位清楚報導在「花蓮東方 17 海哩」(此船位是根據各報章新聞中取得，

由海軍加路蘭 NSRC 中程雷達站在 1930 時測得，國防部提供，交由救難指揮中心的調查小組對外發佈，大年初三，無任何商、漁船出海作業，海上目標獨立醒目，不可能有誤)，且在 1950 最後一通電話中斷後的五分鐘，船竟消失在該雷達幕上，也和我推算的最終船位相符(驚訝的是調查小組竟無人會判讀雷達資料；目標消失就是船已沉掉，明確簡單的不滅定律，人人都懂，竟然誣陷官兵值勤怠惰、擅離職守、瀆職竣事、軍紀渙散等罪名無端遭受懲處)。(附圖 45 46 整個海難過程航測圖及沉沒時間位置)船剛出海，船長即無端打「報平安」電話，還莫名其妙報船位，不覺怪異？請問這是一通什麼電話？船上發生了什麼事？而這最後一通電話的

船位，船東竟以飛機速度挪移到日本國境，目的何在？管轄權的歸屬，我方可省卻諸多麻煩，全將依賴日方的跨國救援與調查，一切痴痴等待日方永不回覆的報告，也成永遠無法破解的懸案。

撒一個謊，要用更多的謊言來圓這個謊，此離奇海難手段之拙劣，從開場白即破綻百出到不堪入目，而專案調查小組握有官方精確船位、精準時間、還有造成沉沒的原因，赤裸裸的呈現眼前竟渾然不知，任由船東一手編導，一群辦案人員遵照劇本，配合撲空捉影表演，此精心設計、人工加料的特製船位，長年來也無人去查證、標示位置，還被官方列入重大「失蹤懸案」，延宕迄今，要非船長公會的委託調查，恐將永遠成謎。

更令人不解的是有位儲姓專案調查主任，在沉寂好一陣子後，為應付輿論與民情壓力，表示很努力辦案，特地拿出最後發現的「船位」來發表，將其標示在海圖上，見之讓人噴鼻，竟是在日本國境的與那國島正上方，白紙黑字，資料從何而來？不打自招。潘朵拉的寶盒，不掀永遠不知真相；從這件事可應驗一句話：「潮水」一退，醜態畢露，誰穿褲子？誰沒穿褲子？一目了然。

【註】調查或研究海難，這是最佳一齣範本，內中情節精彩可期還帶有劇情，黑白相隔是非分明，能歷鍊我們判斷能力與知識的成長，值得推薦一閱，可查官網「瑞太八號」海難調查報告或任何該輪報導；一般人對經緯度的數字，如不標示海圖上，根本無法辨識位在何處，造假、亂報就會對不攏，破綻立現。涉入其中，玄機重重、步步驚奇，處處暴露著疑問與答案。事實要有根據人人會解，也許能從各位先進的高度見解與開釋中，能領悟出更多的真理與奧秘，讓冤魂死有明目。

結語

內波運動對於自然界具有相當重要性，尤其台灣周遭海域內波運動活躍，過去幾年已有物理及聲學上的實測資料，但對海洋環境影響的研究較缺乏，如海洋生態、海岸飄沙、國防安全、預測系統的開發、海洋氣象、海洋資源探勘、海事教育、海洋工程、航運安全、船難與海上救助等等，息息相關，但僅有少數研究單位作此方面的研究；近年我國大肆興建海上風力發電、水下工程，設置國家級的海洋能源測試場：「黑潮發電」及「潮汐發電」、海洋深層水管路施作與煉取產業，又要建造八艘潛艦保疆衛國，在產、經、學、官、研的不同觀點價值中，理論與實務必需緊密結合。

過去存在著傳統航海本科模糊的論述與界定，還停留在舊思維中，對內波的認識與現今科技的進步，觀念顯見已跟不上時代，有待補強認知的必要；為提昇產業開發新技術之經濟實用價值與精進，展望航海科學全方位的規劃與人才培育，應是我國海洋科技研究工作亟待加強投入連結的議題與期望。

參考文獻

[1]海研二號內波實驗資料、[2]田文國編著「台灣重大海事意外錄」、[3]「自然Nature」學術期刊第 521 期「台灣海域內波研究」、[4]海軍軍官季刊，海洋科學教室之十二(海洋內波簡介與實驗報告)

作者

凌道生-海洋大學前海研二號船長、台航船長、基隆港口管制所所長、作戰指揮中心（國軍搜救中心）作戰官

人員落水後對風、浪襲擊及承受低溫能力的探討

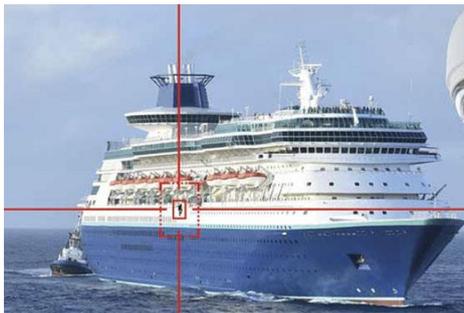
台北海事檢定有限公司 前負責人 游健榮

~前言~

對人員落水(MOB)的論述，目前在海事院校的航海教育史上，大都停留在大船如何對落水人員的施救時之相關措施，例如：如何做「人員落水佈署」及如何操縱船舶在最短的時間將落水人員救起(如 Williamson Turning 等大船操縱方法)，而較少提到落水人員在海上狀態的分析。最近讀了境外出版的航海有關書籍，書名叫「海上救撈的海洋環境效應」及「船舶航行安全」兩書之後，觸發了我寫這篇文章的動機，旨在傳播人員落水後，在冰冷海水中的狀況，做一個探討，讓大家對「人員落水時，落水人員對風、浪、人體失溫的耐受狀況」有個了解。也是紀念當初筆者在做船員管理時，我公司代理的一艘散裝船的一名舵工在到達美國西岸水域時做進港準備於安置領港梯時，不小心掉到海裡，因失溫(當時適值美國的初冬)而致死的一個事故，讓大家引以為鑑。

1. 船員落水的原因

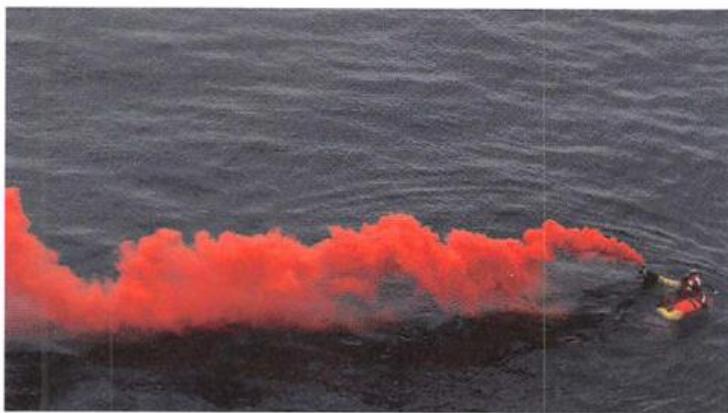
相信我們中的許多人都搭過郵輪度假，或者知道一位親密的朋友或親戚曾經這樣做過。搭船環遊世界各地，這是每個家庭或個人都喜歡的假期選擇。然而，鮮為人知的是，在郵輪行業中，人員落水事件仍然很常見。自 2005 年以來，正式報告：郵輪旅遊航行中已有 268 起人員落水事件。平均而言，每年有 16.7 人從郵輪上掉落水面，其中 86% 的受害者都無生存機會，或從未被發現過。



從郵輪上人員掉落水面示意圖

而造成乘客或船員落水而導致在水面漂浮等待救援的原因除上述所提的不小心落水外，還有下列兩種：一為船舶因遭遇海難而致船體破損，使船長宣佈需要棄船，令船員外逃求救時必須選擇的一種行為、二是船舶遭遇大風浪而致船體搖擺過劇，使船員或乘客，因而不慎失足掉落海面的。以上兩種的落水原因造成了落水人員在水面的生存狀態不同，主要是決定於落水人員是否有適時的穿著救生衣或浸水防寒保溫衣漂浮在海面或搭乘了救生艇/筏漂浮於水面兩種情況。落水

當時的海洋環境情況，對處於這兩種狀態的落水人員的生存條件將產生著嚴重影響；但影響方式和程度會有所不同。每位船長若能事先掌握海洋環境對落水人員生存狀況的影響規律及知識，將為落水員的搜救決策提供了科學依據，也較能延展落水人員的生命搜救時間。



落水人員穿著救生衣手持煙霧信號等待救援



單人落水後浮於水面姿態

2. 人員落水後在水面漂浮的生存能力探討

按第 1 段所述，廣義的人員落水說，會有兩種情況發生，而造成兩種現象的產生：一是全體船員/乘客能搭乘救生艇逃生、二是純粹地單獨人員掉落海面的求生狀況。

無論是單員落海，或是全員搭乘救生艇/筏漂浮於海面逃生，其持續生存的情況之長久完全受到海面的風、浪之影響，因此我們就這兩種情況進行分析。

2.1 落水人員搭乘救生艇/筏時的抗風、耐浪的能力探討

搭乘救生艇/筏時，落水人員的抗風、抗浪及其承受低溫的能力，則轉移到該救生艇/筏是否能夠抵禦風、浪而不致於因風浪吹襲而傾覆的能力。這時海風的作用主要體現在救生艇/筏在水面以上結構所造成的傾覆力矩，包括作用在水面以上的艇體和其所架設的風帆(若有的話，以目前的救生艇的設計，這種功能幾乎為零了)，這時傾覆力矩大小的體現是在於風速有多大了；關於浪的作用，則主要體現在浪打在救生艇/筏上所形成的傾覆力矩。此時當風、浪兩個力的聯合傾覆力矩若大於救生艇/筏本身結構的扶正力矩時，此時將造成救生艇/筏的傾覆，而導致人員再次落水的現象，成為另一個要討論的主題了。

落水人員搭乘救生艇/筏逃生時，其抗風、浪能力即體現到救生艇/筏的抗風、浪的能力上了，即在多少級風、浪條件下方能保證救生艇/筏的安全，其概念與船舶的抗風、浪能力是一致的。但到目前為止，航運造船科技界尚未對救生艇的抗風、耐浪能力的規定與說明做一個權威性的統一標準，呼籲航運造船科技界有必要對此問題做進一步的研究。

回答救生艇在多大的風浪中能保證其執行緊急航行的安全問題，牽涉到船舶動力學等多方面學科的研究，這要做出非常準確的測試與計算的，在判斷上比較困難，例如涉及多大的風與浪的作用規律及救生艇在波浪上的搖擺規律..等等的探討，另外還得將船員對救生艇的操縱經驗包含在內研究，在國內的航海科技研究中是有一定的困難存在。在當前的航海科技研究中，對救生艇抗風浪能力的研究主要採取兩種思路，一種是根據船舶穩性規範，從船舶穩性角度研究；另一種是從船舶航行安全性評估角度出發，採用船舶耐波性理論與方法進行研究。下面就救生艇的耐波性方面對救生艇的抗風浪能力進行探討。

▲ 救生艇的耐波性

下文中所引用的數據，係根據中國大陸的海軍出版社所出版的由劉漢明、曾廣惠、顧澤月等三位先生所著作的「海上救撈的海洋環境效應」一書中所敘述的資料中擷取的結論，有興趣進一步研究的讀者可逕向該出版社洽購。

對救生艇而言，由於不存在艏柱、甲板、俥葉及舵柱等結構的限制。因此，救生艇耐波性研究的重點是對艇身的橫搖、縱搖和上下垂盪等三個外力運動的研究。經過救生艇的橫搖運動分析，對其耐波性得到兩個結論，見下兩張圖所示：

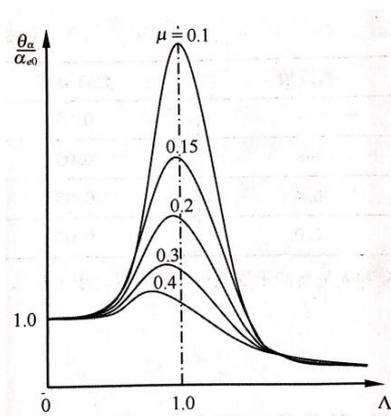


圖 2-1 幅頻曲線

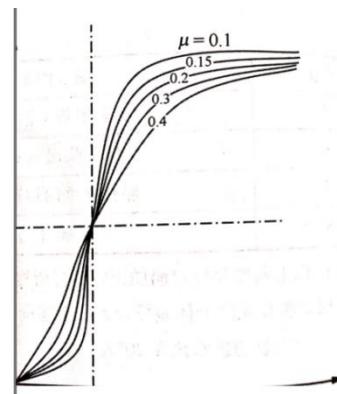


圖 2-2 相頻曲線

這兩種情況相當於淺吃水平底船在大浪中，搖幅和相位都和波浪一致的。例如以一艘，艇長 3.05m，艇寬 1.40m，舷高 0.39m 的救生艇來看；可見，該救生艇在波浪中的搖擺傾角與波浪的波傾斜角相同。推而廣之，救生艇的各項運動與波浪的幅值和頻率基本相同的。

從表 2-1 得知，波浪的波傾角一般在 10° 以上(約 12.18 到 9.43 間)，這樣的橫搖角度對於處在救生艇上的人員的耐受性產生了較大的影響，但尚不至於影響到艇上人員的安全；但當風速達到三級時，1/10 大波的波高所導致的救生艇上下垂盪運動已超過人的忍受能力了。在橫搖與上下垂盪力的共同作用下，救生艇上的人員是無法長期忍受的。因此，可以得到一個結論：從耐波性觀點出發，救生艇的最大抗風浪能力應不大於三級的風力。

風			海浪		波浪傾角
風級	名稱	平均風速	1/10 大波高 平均值(ft)	波浪在 90% 累積 率下的波長	
0	無風	0			
1	軟風	0.836	0.09	0.42	12.18
2	輕風	2.36	0.6	3.35	10.15
3	微風	4.34	2.3	13.5	9.67
4	和風	6.6	6.0	35.5	5.59
5	勁風	9.35	9.3	55.5	9.51
6	強風	12.29	15.6	94	9.42
7	疾風	15.48	23.6	142.5	9.40
8	大風	18.92	37.0	222	9.46
9	烈風	22.57	48.9	295	9.41
10	狂風	26.44	67.4	405	9.45
11	暴風	30.50	81.8	492.5	9.43
12	颶風	34.75	94.6	-	-

表 2-1 海況定義及波浪傾角計算

▲ 救生艇的穩性

根據諸多的公式的計算中得出(公式計算請參考「海上救撈的海洋環境效應」一書(該書本人也捐給工會收藏)的詳細計算，在此不予贅述了)，即當救生艇初始橫搖角為 -10° 時，使救生艇達到最大允許橫搖角 20° 時所需要的傾覆力矩。從下圖 2-3 中測量可知 $M_c=94\text{kg} \cdot \text{m}$ 。

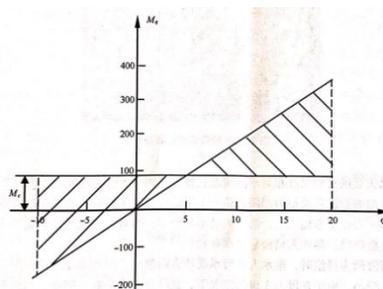


圖 2-3 靜穩性曲線

另從表 2-1 中可知，作用在救生艇上的風壓傾側力矩是無法到此傾覆力矩的，即單純風的作用是無法限制救生艇在海上使用的。這是因為，救生艇具有較低的乾舷和受風面積，而又具有非常大的型寬，其艇寬與艇長之比為 0.46。因此，救生艇可以提供非常大的恢復力矩。

綜合以上所述，救生艇的抗風浪能力主要是依浪的大小所決定的，即由耐波

性所決定的，也就是說，在三級海風作用下所形成的海浪已經超出了救生艇橫搖和上下垂盪運動所允許的幅值範圍。因此，救生艇的最大抗風浪能力應不得大於海上三級風力的。(這個論點似乎超過了我們以前所想像的救生艇抗風級數。)

2.2、人員直接落水後在水面漂浮時，對風、浪耐受力的探討

落水人員在海上單獨一人漂浮時，主要是受到波浪對落水人員生存能力產生重大的影響。當落水人員穿上救生衣或帶上救生圈或穿上浸水防寒衣等漂浮於水面時，落水人員只有肩部以上部位，露出水面之上，如下兩圖 2-4、圖 2-5 所示。



圖 2-4 落水人員穿上浸水防寒保溫衣或穿戴救生衣僅頭部露出水面的情況

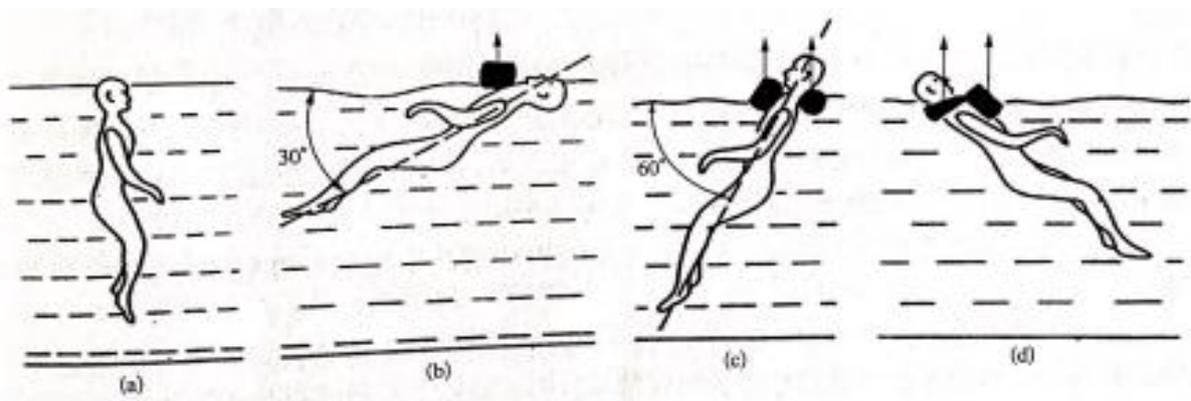


圖 2-5 人在水中的沉浮狀態和穿戴救生衣後的狀態

(a)沒有浮力狀態。(b)浮力全作用於胸部的斜上傾斜狀態。(c)分配浮力於胸部、頸部的理想斜上傾斜狀態。(d)同(c)具有附加支撐的狀態

由於落水人員的身體橫向尺度相對於波浪的波長較小，如遇二級的風浪時，其平均波長為 7.32m，此時落水人員則將在波浪表面隨著波浪做相同相位的上下運動著，此時對於波面長而且平坦的湧浪，落水人員可保持頭部一直位於水面之上(如上圖 2-5 的(c)及(d)所示)，落水人員不易被嗆到水；對於因風而產生的風浪因其波面較短而陡，特別是當波峰產生碎破浪時，落水人員極易因臉部嗆到水而死亡。

當海面呈現湧浪較多時，此時，落水人員可承受較大的浪級，但當海面僅呈現風浪時，落水人員可承受的浪級較小，由於在風力三級的情況下，波峰即開始

產生破碎浪(大家是否還記得老師傅曾教過我們的口訣:見浪頭開花即為三級風的定律?)因此,當落水人員處於三級風力下產生的風浪海況時,其生命即開始受到週遭海浪的嚴重威脅。

3. 人員落水時,對低溫忍受力的探討

接下來,我們談論另一個主題:落水人員在低溫海水中停留的問題。

人在低溫海水中,他的熱量的散失速度依水溫、停留時間和個人身上穿著的裝備而定。根據個人的因素,熱量散失有所變化,例如年齡、性別、皮膚厚度、肌肉質量、曾受訓練程度和寒冷的適應能力等。為了保持人體正常的溫度,對人來說依賴於皮膚對 31~35°C 水溫的適應。

人在低溫水中停留一定時間後,其物質代謝力將上升到正常溫度情況的 4~5 倍,以保持體溫的均衡。當物質代謝儲備能量消耗殆盡時,熱量就開始正常散失,則佔主導地位,這將導致人體溫度持續下降到 35°C,就是人們所稱的低溫度狀態。

即使在冰冷的海水中,人有可能需要大約 1 小時才能因體溫過低而失去知覺。如果您了解體溫過低的各個方面的知識、如何延遲、自救和呼救,您的生存和救援機會將大大增加。

低溫症的產生是導致落水人員死亡的最經常出現的原因,即使處在救生設備當中,如救生艇/筏內。很多關於在水中生存時間的統計資料都指出水中生存的時間依賴於人在水中溫度和其他參數而定。這些數據是一個標準值,表中也給出了低於或超過這一時間的例子。但可以確定的是,當落水人員在他的脖子沒有受到保護而沒入水中時,失去知覺的時間將會很快到來。同樣地,人的正面情緒和負面情緒同樣也會影響著生存時間,例如落水人員在附近可以看得到救援資源的到來或是當環視周遭環境時,辨認不出有任何的救援資源時,對其求生的欲望會有影響的。

從發生低溫症開始到死亡的時間,它有六個階段如下所論:

① 退化,這是隨著細胞交換物質的減少,所有的器官出問題。(細胞交換物質的減少是生命中最重要發酵系統適應條件下降直至消耗殆盡造成的。)

② 腦中樞神經的興奮減少直到被壓倒;

③ 在血液溫度達 29°C 時,將發生心律不整、心室顫抖等現象;

④ 在心臟收縮時,心臟發生停泊現象(及集中收縮),此時稱為石頭心臟症。

(石頭心臟症是不能復甦的)。

⑤ 由於血液黏稠度漸漸的增加,使心臟功能虛弱;

⑥ 到達失去知覺/死亡的環境時間,請見下表 3-1:

水溫(°C)	到達失去知覺狀態的時間	到達死亡狀態的時間
0~4*	15 min	15~60 min
4~10	30~60 min	1~2 h
10~15	2~4 h **	6~8 h
15~20	3~7 h **	不確定
20~25	12 h	不確定

表 3-1 到達失去知覺/死亡的時間

註: * : 可能有死亡反應。

** : 脖子未受到保護，短時間內，會失去知覺。

嚴重程度	體內核心體溫	出現徵狀
第一階段 (輕微症狀)	34°C 至 35°C	發抖、嘴唇青紫； 皮膚、手和臉色蒼白； 肌肉顫抖； 腳、膝蓋和生殖器有疼痛的感覺。
第二階段 (中度症狀)	30°C 至 34°C	肌肉顫抖停止、開始僵硬； 頭部與頸部的疼痛感覺上升，以及強烈的關節與肌肉疼痛； 呼吸節律障礙、心律不整； 語言能力受干擾(臉部肌肉僵硬)； 在身體溫度達 32°C 時能減少疼痛感覺； 無法克服的疲勞和參與能力的喪失 最終發展為標誌性的意識模糊； 細胞物質交換深刻的改變造成身體出現迷幻反應，在這種情況下將存在著精神錯亂。
第三階段 (嚴重症狀)	30°C 以下	進入深度昏迷狀態； 疼痛感增強； 全身肌肉僵硬； 這一階段表現有可能出現假死狀態。

表 3-2 低溫症的症狀表現

落水人員的生理條件、裝備狀況、生存欲望、衣服類型及浸濕程度、起始體溫、饑渴程度、疲憊程度、心理壓力等，都將對其生存狀態產生了重要的影響。但落水人員死亡案例表明，造成落水人員死亡的最主要的直接原因是低溫作用，據統計，在第二次世界大戰中，英國海軍在海戰中喪生的官兵約 2/3 是因為身體熱能喪失而凍死的。因此，研究如何提高落水人員在低溫下的生存能力和應對措施，對於提高落水人員的生存率、減少死亡率具有重要的意義。

當人的機體受到低溫、寒冷刺激時，引起體內一系列增加產熱反應和減少散熱的生理機能反映。依靠人體體溫調節系統的活動，可使深部核心體溫在一定範圍內保持穩定。總的來說，人體對低溫、寒冷的反應大致分為兩個階段：機體對低溫、寒冷的「代償反應期」及低溫、寒冷對「人體的損害期」。

3.1 機體對低溫、寒冷的生理代償反應期

(1) 身體周邊血管的反應：在海水、大氣同等低溫條件下，人體最初出現身體周邊血管收縮反應，使皮膚溫度先行下降，縮小與外界的溫差，類似形成一種“隔熱層”效果，保持深度的體溫；但這種調節機制是有限的。當落水人員所接觸的水溫很低時，隨即導致寒冷性血管擴張。這是因為人體外周組織冷卻到一定程度時，失去了交感神經對血管收縮反應的調節能力。當皮膚溫度降到 32°C 度時，人就會感到寒冷，情況會變得嚴重並最終致命。

一般人的核心體溫為 36.5°C 至 37°C，當四周環境比體溫低時，體內熱度會向外圍環境散發，令體溫下降。當核心體溫下降至 35 °C 或以下時，人體即慢慢進入失溫狀態，四肢會感覺寒冷而發抖、皮膚和臉色蒼白、腳、膝蓋等處會有疼痛而肌肉無法控制的顫抖、言語含糊不清、脈搏減緩、漸漸失去意識等現象出現。當體溫下降至 32 °C 以下時，就如前面所說的：會有生命危險。我們可將低溫症分為三個階段來敘述，見表 3-2 所示。

寒冷程度在生理上的影響是毫無疑問地。在寒冷的水中停留一段時間後，將間接地危及生命的危險。由於寒冷，限制了十個手指的抓取功能，也減小了人的活動力。這將使手指漸漸僵硬，導致對精密儀器的驅動力、目標確定等能力的缺失，運動進程減緩。這時候無論自救或者互相幫助的能力已不再有可能了。若有外部提供的救援設備和幫助工具在這種情況下也不再能使用了。寒冷低溫會在短時間內使人減少所有的活動能力。落水者，在水中沒有救生工具的話(如救生艇/筏)，在這些階段裡落水人員，將很難脫離死亡的威脅。

落水者的生存時間，取決於海水的溫度和在水中渡過的時間的長短。體型較小的體型比大型體型冷卻得更快。兒童比成人冷卻得更快。落水人員在漂流時，身上的衣物或是浸水防寒保溫衣不要輕易拋棄，除非它影響你的求生動作時。為了增加您在水中生存的機會，請使用幫助姿勢(H.E.L.P)或叫成群結隊的姿勢：漂流時身體應保持 H.E.L.P 姿勢靜待救援，H.E.L.P.姿勢(Heat Escape Lessening

Position)如下圖 3-1 所示。可減少體溫流失的速度。



圖 3.1 H.E.L.P 姿勢

在水中必須設法保存身體中心溫度，人體容易發散溫度的部位是頭部、兩腋下、鼠蹊部，所以要保持兩手臂環抱及雙腳合併的姿態。若發生多人漂流時，盡量三人一組擁抱在一起，此姿勢可減慢同伴身體體溫快速流失。

(2) **顫抖**：寒冷可引起人體肌肉緊張、增加顫抖等現象。顫抖會增加代謝熱的產生，並有助於防止體溫過低，只要患者有足夠的能量儲備來保持顫抖，並且與環境充分隔離以保留產生的熱量即可。顫抖可以產熱，最強烈的顫抖可產生 1.465~1.674 MJ/h (350~400 kcal/h) 的熱量。但自發顫抖只能使體溫不再下降或減少下降(顫抖所產生的熱量很快被皮膚散失)，而不能補償機體的熱量的損失。在常壓空氣環境中，顫抖是一種自發性的促使深部體溫升高的反應，然而在水下環境中，顫抖往往導致體表周圍血管擴張，從而增加了人體的熱散失。所以，水下顫抖對人的低溫耐力是不利的。有經驗的落水人員對冰冷海水的克服辦法之一，就是減少在冷水中的顫抖反應。

(3) **代謝率升高**：人在水下低溫環境中，通過升高代謝率，加速組織氧化，來補償機體熱損失。

(4) **心血管反應**：人在寒冷的環境中暴露，心律一般會加快，血液的搏出和血壓也有上升的趨勢，但如果溫度太低，導致深部體溫過低，則心律反而減慢。所有這些，都是機體對寒冷曝露的重要生理反應。

現在讓我們總結一下以上所說的論述：「一旦身體的核心溫度下降至 35°C 以下時，落水人員會表現出以下一種或多種症狀。」：

- 當身體試圖溫暖自己時，劇烈且無法控制的肌肉顫抖；
- 說話緩慢或含糊不清；
- 迷失方向或協調性差；
- 皮膚顏色丟失；
- 藍色和緊繃的嘴唇；
- 顫抖減慢或停止，發展為僵硬的軀乾和四肢。

國際間對海上人員落水的搜救慣例時限是 72 小時內。所以落水人員在水中一定要堅持在這黃金時段內保存求生的強烈慾望。



鐵達尼號，男主角-傑克，長久泡在水裡因失溫導致死亡的劇情照。

3.2 低溫對人體損傷性的影響

人體曝露在冰冷的空氣及海水中會導體溫過低，即異常低於人體正常體溫。當人體機體開始降溫時，機體只能通過收縮體表血管減少血流和肌肉的顫抖產生更多的熱量來維持體溫。當人體熱量損失時間過長時，機體則不能保存足夠的熱量，中心體溫開始下降。人體的正常口腔溫度(又稱口溫)是 $36.2\sim 37.2^{\circ}\text{C}$ ，腋窩溫度較口腔溫度低 $0.2^{\circ}\text{C}\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ ，直腸溫度(也稱肛溫)則較口腔溫度高 $0.2^{\circ}\text{C}\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。一天之中，清晨 2~5 時體溫最低，下午 5~7 時最高，但一天之內溫差應小於 0.8°C 。體表的溫度受“環境溫度”和“穿著衣物”的影響，實際溫度範圍可以很大。肢體末梢的溫度會更低。但體溫達 38°C 以上則為發燒。

低溫症是指人體深部溫度(直腸、食管、耳鼓室)低於 35°C 的狀態。低溫症可直接或間接地造成死亡，如果體溫降到 32°C 一下，人體器官將無法正常代謝和工作。

當你的體內核心溫度低於 35°C 時，低體溫症現象就會發生，低體溫症根據其嚴重程度可詳細分為三期。低於 35°C 時，這時落水人員的思維開始發生混亂，言語不清，可能導致進一步損害；當體內核心溫度低於 32°C 時，人員可失去知覺；如體內核心溫度繼續下降到 30°C 左右時，產生的主要代償方式---肌肉顫抖就會停止發生；到 27°C 時，人員就會死亡。

第一期

體溫降至比正常體溫低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。在這一階段，人體會產生顫抖，雙手麻木，無法完成複雜動作。遠端肢體血管收縮，以減少熱量散失。呼吸快而淺。皮膚上出現俗稱的「雞皮疙瘩」，嘗試使毛髮豎立起來形成隔熱層(人體由於毛髮不足，這一反應作用有限，但是在其他物種中作用較大)。病人可能感覺疲勞和腹部疼痛。病人會有溫暖的感覺，但事實上這是低體溫症即將發展到第二期的信號。

一種測試低溫病傾向第二期發展程度的方法是：病人能否使拇指和小指接觸，這是肌肉停止工作的第一階段。而且病人可能會有視力困難的症狀。

第二期

體溫降至比正常體溫低 2~4 °C。肌肉顫抖症狀更猛烈。肌肉不協調更明顯、行動更遲緩及困難，伴有方向混亂，儘管病人可能保持警覺性。但此時淺層血管繼續收縮，以保持重要器官的溫度。病人面色開始蒼白，唇、耳、手指和腳趾可能漸漸變藍。

第三期

體溫降至大約 30 °C 以下。顫抖現象通常已停止。語言有困難，思維漸漸遲鈍，記憶力開始出現問題。通常手已經不聽使喚，行走經常跌倒。細胞新陳代謝停止。體溫降至 30 °C (86.0 °F) 以下時，暴露的皮膚變藍、漲大，肌肉協調能力幾乎完全喪失，行走或在水裡的活動幾乎不可能了，且語無倫次、行動毫無理性，甚至可能出現昏迷症狀。

當上述生理代償過程不足以彌補散失的熱量時，將持續出現體溫降低和中樞神經系統機能障礙、凍傷、凍僵等現象。

估計風速 (kn)	實際大氣的溫度(攝氏)					
	10°C	0°C	-12°C	-23°C	-35°C	-45°C
0	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%;"> <p>對有適當著裝的人危險較小</p> </div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> <p>身體曝露越多 冰凍危險越大</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>身體曝露凍 僵危險較大</p> </div> </div>					
10						
20						
30						
40 或 以上						

圖 4-1 氣溫與風速對人員生存的影響

4、當落水員乘救生艇漂浮時其耐低溫能力的探討

落水人員搭乘救生艇漂浮時，人體借由小艇為中間載體，與冰冷海水是分隔的；此時造成落水人員身體低溫的主要影響因素是大氣的溫度和空氣流動的速度，也就風速。人體熱量流失的速度會隨著大氣溫度的降低而加快，同時，海風對於暴露於空氣中的落水人員也是一個危險因素，因為體溫的降低速度隨著風速的加快而加快，而風速與氣溫相互作用著，在兩者共同影響下，將會對小艇上的海員產生更加嚴重的傷害。因此，在寒冷有風的天氣條件下，若是冷空氣吹過暴露的皮膚，人員會感到十分寒冷。圖表 4-1 為氣溫與風速對艇上人員生存的影響。

此時，防止低溫現象快速來臨的措施，盡量使落水人員減少海風的吹襲或加蓋衣物使其保暖。

5. 落水人員單人水面漂浮時耐低溫能力探討

當落水人員佩帶救生圈脫險後且穿著防寒救生衣漂浮於水面時，落水人員通常只有肩部以上位於水面之上，此時造成落水人員低溫的主要因素是海水的溫度。海水因吸收了太陽的輻射熱而具有一定的溫度。由於水的比熱比空氣約大 3 倍，太陽輻射熱通過水的熱傳導也只能達到一定的深度，水溫的升高或降低也較空氣緩慢。一般的說法，海水溫度隨水深的增加而降低。表層水溫較高、較穩定，故稱它為等溫層，是研究落水人員單人漂浮時耐低溫能力的主要研究環境範圍；以我國大陸地區的北方海域 5 月份的水溫為例，表層厚度為 10m 左右，水溫約 14°C。

海水溫度過低會給落水人員帶來的影響比大氣溫度的影響要嚴重得多了，這是因為水的傳熱能力比空氣大得多，使得落水人員的體熱很快就被冰冷的海水帶走。因此，在水中由於體溫低而導致的死亡是陸地上的 4 倍以上，通常浸泡在低於 33°C 的水中就會出現體溫過低的現象，這種現象遠遠高於陸地上的情況。鑒於水溫在任何海域都低於人體體溫，即便是落水人員穿著浸水防寒保溫衣，皮膚不會直接與海水接觸，但由於皮膚溫度與水溫之間仍存在著溫差，將會慢慢地喪失大量的體熱而不察，且遠較空氣中體溫下降的速度快。人體的體熱喪失之速度取決於水溫、防寒衣物的多少以及落水者當時的行為方式。當然，人員強烈的求生欲望和生存信心對於延長其存活時間具有十分重要的作用。

第二次世界大戰期間，德國監獄的納粹黨徒曾用囚犯進行慘無人道的試驗，得到了一組人在冷水中生存時間的資料，也是目前被公認的資料。即人在水溫分別為 0°C、2.5°C、5°C、10°C 跟 25°C 的海水中生存時間分別為 0.25h、0.5h、1.0h、3.0h、及 24.0h。

《國際航空和海上搜尋救助手冊(註解)》中給出的水溫與人員體溫過低之間的關係如下圖 5-1 所示，以上兩組資料可作為評估落水人員單人水面漂浮時海水低溫能力的參考值。由於人在冷水中可生存的時間太短，因此在海難事故中，落水人員的死亡，大部分都是由海水低溫所造成的。

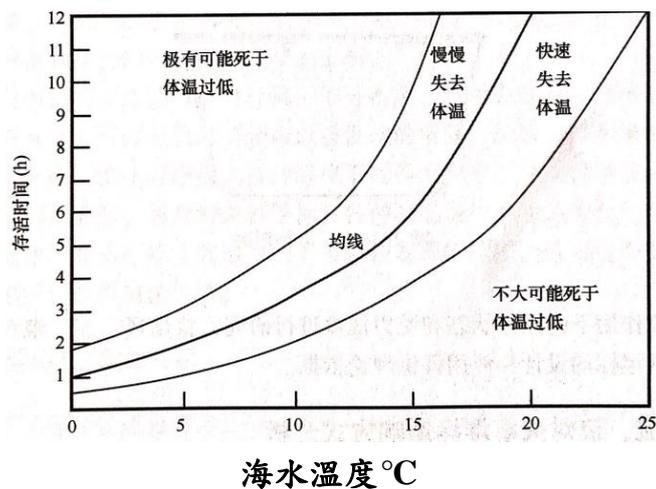


圖 5-1 水溫與人員體溫過低之間的關係表

參考資料：

1. 21st Century Seamanship 2015 Edition
2. 維基百科網站
3. 海上救撈的海洋環境效應 劉漢明 曾廣惠 顧澤月 等著 海軍出版社 2017 年出版
4. 船舶航行安全-由德國的約阿西姆·哈內主編，劉曜、宋新新等譯，上海科學技術出版社 2017 年出版。

註解：

本套書共分為三冊；第一卷-組織管理；第二卷-任務協調；第三卷-移動設施。該第三卷旨在將配備到各搜救單位、航空器和船舶上，以幫助其執行搜尋、救助或現場協調任務，並且作為在自身遇險時的搜救行動指南。該卷自 1998 年出版以來，已經過 2001、2002、2003、2004、2005、2006 年、2007 年、2008 年、2009 年、2010 年、2011 年、2012 年的多次修訂。

為便於各級海上搜救中心、民航組織建立和改進搜尋救助系統以及為搜尋救助服務和組織等相關部門熟悉並執行該規則，滿足航海船舶按《國際海上人命安全公約》有關要求配備航海圖書的需要。對岸大陸海事局組織了相關單位，將第三卷（經 2012 年修正案修訂的最新文本）以中英對照形式出版，供有關單位和人員使用。書中對改進搜尋救助體系、提供快速、高效的搜尋救助服務，開展搜尋救助方面的國際合作提供了相當多的指導。在對岸的淘寶網可購得，每冊人民幣 140.00 元。

王行專欄



避碰隨筆

第七章：直航船的行動有效的避碰行動(2/2)：
羅經方位有多少明顯的變化？(略)

中華民國船長公會

第二十三屆第五次理、監事聯席會議紀錄

日期：中華民國 110 年 08 月 20 日(星期五)下午 04 時 30 分

地點：台北市南京東路四段 75 號 7 樓 701 室 本會會議室

主席：黃理事長玉輝

記錄：趙曼青

出席人員：

理事：共計 15 人

黃玉輝、方信雄、胡延章、林 彬、陳策勤、姜大為、姚忠義、榮大飛、李 蓬、
程修、張寶安、游健榮、侯中南、賴仁旺、郭炳秀。

監事：共計 5 人

林全良、陳富嵩、吳洪渤、林寬仁、簡文哲

請假：張進興、丁漢利、陳馬力、吳雲斌、王文峯、陳正文、黃志平、鍾克華。

列席人員：鄧華民、劉守麟、張一成、郭世榮、蔡朝祿、戴乃聖、陳力民、
趙曼青、黃湘瀕

壹、 主席致詞：黃理事長玉輝致詞

- 一、本會原訂 6 月召開之第 5 次理監事聯席會議(疫情嚴峻)，現因疫情微解封，特於今日召開，承蒙各位聯監事參加，深感謝意。
- 二、本會原訂於 7 月 10 日召開第 23 屆會員大會及成立 60 週年慶祝大會，因疫情嚴峻延期，擬於本年第四季召開辦理。
- 三、本會鑑於台灣船員近年缺乏，將與臺北海洋科技大學及國立高雄科技大學合作，扮演穿針引線的整合角色，前往偏鄉學校巡迴宣傳，讓學子們從小就能懷抱加入航海的夢想，進而培育成為船長公會的種子。
- 四、本會將與中華海員總工會在船員培訓部分，進一步加強合作。
- 五、本會業已邀請裕民航運公司、國立高雄科技大學、長奕航運公司及上緯新能源股份有限公司等四家為團體會員，互相加強交流合作及另 13 位船長加入本會會員，敬請通過。

貳、 主管機關代表致詞(無)

參、 會務工作報告：

- 一、 上次(第 23 屆第 4 次)理、監事聯席會議決議事項執行情形：

詳如議程附件一

- 二、 行政及會員服務工作報告：

1. 本會第 23 屆第 4 次理監事聯席會議紀錄，業奉內政部 110 年 5 月 5 日台內團字第 1100019712 號函准予備查。

2. 本會第 23 屆第 2 次會員大會暨成立 60 週年慶祝大會活動，原訂於 110 年 07 月 10 日舉行，惟因 COVID-19 疫情嚴峻，將延期舉行，另擇期召開，本會已刊登網站，通告會員週知。
3. 本會因 COVID-19 疫情嚴峻發展，為加強船員訪客查驗，業於 110 年 06 月 08 日購置「給皂機」乙台防疫。
4. 交通部航港局 110 年 4 月 7 日航員字第 1100055465 號函送「本國籍船舶檢疫措施計畫書（修正案 2.0）」，本會已刊登網站，通告會員週知。
5. 交通部航港局 110 年 4 月 9 日航員字第 1100055743 號函轉教育部製作「防制學生藥物濫用」文宣品，本會已刊登網站及船長通訊，通告會員週知。
6. 交通部航港局 110 年 4 月 9 日航員字第 1101910240 號函知有關嚴重特殊傳染性肺炎中央流行疫情指揮中心公告自 110 年 4 月 12 日起開放中央及地方政府防疫人員與高風險工作者等對象接種 COVID-19 疫苗一案，本會已刊登網站，通告會員週知。
7. 交通部航港局 110 年 4 月 19 日航員字第 1100056372 號函送 109 年度「拒毒預防組」成果報告一份，本會已刊登網站，通告會員週知。
8. 交通部航港局 110 年 4 月 21 日航員字第 1101910278 號函為辦理 110 年度「航運產業就業暨升學博覽會」，本會已刊登網站，通告會員週知，並呼籲踴躍參加。
9. 交通部航港局於中華民國 110 年 4 月 23 日航員字第 1100002995A 號公告 110 年度第 1 梯次「船員岸上晉升訓練及適任性評估（含重行評估）參訓人員合格名單，本會已刊登網站，通告會員週知。
10. 交通部航港局 110 年 5 月 11 日航員字第 1101950739 號函知有關嚴重特殊傳染性肺炎中央流行疫情指揮中心函「自本 110 年 5 月 3 日起，開放第一類至第三類接種對象之同住者納入公費 COVID-19 疫苗實施對象，請儘速轉知該等對象，儘速安排進行 COVID-19 疫苗接種」事宜，本會已刊登網站，通告會員週知。
11. 交通部航港局 110 年 5 月 12 日航員字第 1101910326 號函示為因應 MTNet 2.0 系統上線作業需要，調整部分 110 年船員專業訓練公費班報名時間，本會已刊登網站，通告會員週知。
12. 交通部航港局 110 年 5 月 13 日航員字第 1101910323 號函送離岸風電人員運輸船使用之「緊急部屬救援文件」（範本），本會已刊登網站，通告會員週知。
13. 交通部航港局 110 年 5 月 13 日航員字第 1101910328 號函知有關嚴重特殊傳染性肺炎中央流行疫情指揮中心（以下簡稱指揮中心）提升具印度旅遊史旅客之入境規定暨檢疫措施一事，本會已刊登網站，

通告會員週知。

14. 交通部航港局 110 年 5 月 18 日航員字第 1101910338 號函知配合中央流行疫情指揮中心政策自 110 年 5 月 19 日零時起，暫停未持有我國居留證之非本國籍人士入境，本會已刊登網站，通告會員週知。
15. 交通部航港局 110 年 5 月 20 日航員字第 1101950800 號函知有關衛生福利部 110 年 5 月 16 日衛授疾字第 1100200449 及 1100200449A 公告「嚴重特殊傳染性肺炎 (COVID-19) 第二級疫情警戒標準級防疫措施裁罰規定」及「嚴重特殊傳染性肺炎 COVID-19 第三級疫情警戒標準及防疫措施裁罰規定」，本會已刊登網站，通告會員週知。
16. 交通部航港局 110 年 5 月 20 日航員字第 1101910345 號函示「因應新型冠狀病毒肺炎疫情發展，相關船員證書及工作期限展延方案」，本會已刊登網站，通告會員週知。
17. 交通部航港局 110 年 5 月 20 日航員字第 110005892 號函轉行政院於 109 年 1 月 15 日修正公布之「毒品危害防制條例」第 33 條之 1，定自 110 年 7 月 1 日施行，本會已刊登網站，通告會員週知。
18. 交通部航港局 110 年 5 月 24 日航員字第 1101950810 號函轉交通部配合「為防範新冠肺炎疫情需要，行政院 110 年 5 月 19 日記者會宣布開發「防疫實聯制簡訊登錄管理系統」案，請就所轄場所、海運客運場站及督導所轄業者，請轉知所屬踴躍提出申請，本會已刊登網站，通告會員週知。
19. 交通部航港局 110 年 5 月 31 日航員字第 1101950838 號函轉衛生福利部 110 年 5 月 21 日衛授疾字第 1100200465 號公告「嚴重特殊傳染性肺炎 (COVID-19) 第三級疫情警戒標準及防疫措施裁罰規定」一案，本會已刊登網站，通告會員週知。
20. 交通部航港局 110 年 5 月 31 日航員字第 1101950841 號函轉嚴重特殊傳染性肺炎中央流行疫情指揮中心考量 COVID-19 疫情社區傳播有擴大趨勢，自 110 年 5 月 16 日起，居家檢疫及居家（個別）隔離調整 1 人 1 室（含單獨房間及衛浴）措施，並視疫情發展調整一案，本會已刊登網站，通告會員週知。
21. 交通部航港局 110 年 6 月 4 日航安字第 1102011058 號函送「彰化風場航道及其航行指南」中、英文版各 1 份，本會已刊登網站，通告會員週知。
22. 高雄港引水人辦事處 110 年 6 月 8 日 (110) 台高引字第 11000006 號函知「引水人吳弘毅當選主任、林榮泰當選副主任」並自 110 年 7 月 1 日接篆視事。
23. 交通部航港局 110 年 6 月 9 日航員字第 1101950865 號函轉衛生福利部 110 年 5 月 28 日衛授疾字第 1100200495 號公告修正「嚴重特殊傳染性肺炎 COVID-19 第三級疫情警戒標準及防疫措施裁罰規定」一

案，本會已刊登網站，通告會員週知。

24. 交通部航港局 110 年 6 月 11 日航員字第 1101910398 號函轉有關嚴重特殊傳染性肺炎中央流行疫情指揮中心公告自 110 年 6 月 9 日起調整 COVID-19 疫苗公費優先接種對象一案，本會已刊登網站，通告會員週知。
25. 交通部航港局 110 年 6 月 11 日航員字第 1101950898 號函示為減少 COVID-19 感染風險，請協助通知已完成健保卡登錄之第三類公費疫苗接種對象，儘速至醫療院所進行 COVID-19 疫苗接種一案，本會已刊登網站，通告會員週知。
26. 交通部航港局 110 年 6 月 17 日航員字第 1101910404 號函示配合中央流行疫情指揮中心政策，全國疫情警戒第三級期間，持續執行「邊境嚴管」措施，本會已刊登網站，通告會員週知。
27. 交通部航港局 110 年 6 月 21 日航安字第 1102050849 號含檢送嚴重特殊傳染性肺炎中央流行疫情指揮中心所訂「企業使用 SARS-COV-2 快速抗原檢驗測試注意事項」，本會已刊登網站，通告會員週知。
28. 交通部航港局 110 年 6 月 25 日航員字第 1101910423 號函示配合中央流行疫情指揮政策自 110 年 6 月 27 日零時起全面提升入境人員檢疫措施，本會已刊登網站，通告會員週知。
29. 交通部航港局 110 年 6 月 30 日航員字第 1101950960 號函示交通部中華民國 110 年 629 日交航字第 11050069471 號公告為防制嚴重特殊傳染性肺炎，民眾於高鐵、臺鐵、公路客運、船舶（固定餐飲區域除外）、航空器（國際及兩岸航班除外）等運具內、高鐵及臺鐵全線各車站範圍內（含各車站付費候車區與非付費區域）、國道客運（含各轉運站）各車站付費候車區、各航空站內候機室，或郵局營業區域內禁止飲食，並自即日起生效。，本會已刊登網站，通告會員週知。
30. 交通部航港局 110 年 6 月 30 日航員字第 1101910433 號函示為辦理「人生航海王航向新時代-2021 交通部航港局航運產業就業暨升學博覽會」活動，本會已刊登網站，通告會員週知。
31. 交通部航港局 110 年 7 月 1 日航員字第 1100061356 號函知有關內政部函為「人口販運被害人停留居留專案許可辦法」第 11 條條文，業經該部於 110 年 6 月 25 日以台內移字第 11009115402 號令修正發布，可至行政院公報資訊網下載修正發布條文（網址 <http://gazette.nat.gov.tw>）一案，本會已刊登網站，通告會員週知。
32. 交通部航港局 110 年 7 月 2 日航員字第 1101910439 號函配合中央流行疫情指揮中心政策事 110 年 7 月 2 日中午 12 時起加強國際港埠入境人員健康監測，本會已刊登網站，通告會員週知。
33. 交通部航港局 110 年 7 月 2 日航員字第 1100061523 號函轉教育部製

- 作「成癮是一種腦部疾病」，本會已刊登網站，通告會員週知。
34. 交通部航港局 110 年 7 月 5 日航員字第 1101950958 號函示 COVID-19 全國疫情警戒持續維持第三級，有關國內客運航線防疫措施一案，本會已刊登網站，通告會員週知。
 35. 交通部航港局 110 年 7 月 7 日航員字第 1101910437 號函有關防疫車資補貼一事，本會已刊登網站，通告會員週知。
 36. 交通部航港局 110 年 7 月 7 日航員字第 1100061793 號函轉衛生福利部修正濫用藥物尿液檢驗及醫療機構認可管理辦法，名稱修正為「濫用藥物尿液檢驗及醫療機構認證管理辦法」；修正「濫用藥物尿液檢驗作業準則」第三十六條；修正「政府機關濫用藥物尿液檢驗實驗室設置標準」第一條、第二十一條，本會已刊登網站，通告會員週知。
 37. 交通部航港局 110 年 7 月 13 日航員字第 1100062175 號函轉衛生福利部疾病管制署各類防範嚴重特殊傳染性肺炎入境健康聲明書表更新版，本會已刊登網站，通告會員週知。
 38. 交通部航港局 110 年 7 月 22 日航員字第 1100062646 號函轉行政院依據法務部函報「毒品危害防制條例」第 2 條第 3 巷規定應行公告調整、增減之「毒品之分級及品項」部分分級及品項，業經行政院於中華民國 110 年 7 月 14 日以院臺法事第 1100020059 號公告修正，並自 110 年 7 月 14 日生效，本會已刊登網站，通告會員週知。
 39. 臺灣港務港勤股份有限公司 110 年 7 月 23 日港勤人資字第 11051104783 號函知該公司「110 年度第 3 次從業人員甄試」，本會已刊登網站，通告會員週知。
 40. 交通部航港局 110 年 7 月 30 日航員字第 1100063384 號函有關內政部移民署製作之防制人口販運宣導海報，本會已刊登網站，通告會員週知。
 41. 交通部航港局 110 年 8 月 4 日航安字第 1102051077 號函示衛生福利部 110 年 7 月 29 日衛授疾字第 1100200687 號修正「嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）第二級疫情警戒標準及防疫措施裁罰規定」公告一案，本會已刊登網站，通告會員週知。
 42. 交通部航港局 110 年 8 月 10 日航員字第 1101951108 號函示自 110 年 8 月 10 日起國內客運航線及燈塔防疫措施，本會已刊登網站，通告會員週知。
 43. 中華海運研究協會辦理 110 年第二梯次海運精英講堂「臺灣港埠經營與海洋發展」課程，本會已刊登網站，通告會員週知。
 44. 國際海洋公司招募船長資訊，本會已刊登網站，通告會員週知。
 45. 中華海員總工會第 27 屆章烈忠先生當選理事長，本會致贈盆花乙只

以示祝賀。

46. 本會續接受航運公司委託免費登載船長通訊及網站上徵求船長訊息之服務工作。
47. 本會續售船上訓練紀錄簿及答詢相關填寫問題之服務工作。

三、代辦會員勞保及健保業務

110年01月01日至07月31日由本會代為投保，勞保會員人數合計471人次、健保會員人數合計87人次，明細如下：

- 01月份勞保69人次/健保13人次；02月份勞保69人次/健保13人次
- 03月份勞保70人次/健保14人次；04月份勞保67人次/健保11人次
- 05月份勞保67人次/健保14人次；06月份勞保65人次/健保14人次
- 07月份勞保64人次/健保08人次。

肆、業務工作報告

一、執行交辦事項

(一)、交通部航港局「我國西側及北側海域航道劃設委外規劃」標案

- 1.交通部航港局「我國西側及北側海域航道劃設委外規劃」標案，我會於110年1月11日經評審委員會議決議為第一優勝廠商，並於議價後獲得承辦。
- 2.本案依勞務企約「履約流程」業於110年3月30日船公(110)輝字第110021號函，呈報交通部航港局「期中報告」，業經110年4月22日召開審查會議「原則通過」。
- 3.本會業於110年05月20日以船公110輝字第110030號函報呈修正版。
- 4.本案依勞務企約「履約流程」業於110年06月29日船公(110)輝字第110037號函，呈報交通部航港局「期末報告」，待審中。

(二)、國際船長協會(IFSMA)2021會費案

本會已於110年3月30日繳交國際船長協會(IFSMA)2021年年費。

(三)、本會南部服務處成立及揭牌案

- 1.依據本會章程第四條及第23屆第4次理監事聯席會議討論提案第七案決議「同意，相關設立事宜，授權理事長辦理」在案。
- 2.本會「中華民國船長公會南部服務處」業經國立高雄科技大學110年4月14日高科大事字第1107900245號函同意辦理。
- 3.本會「中華民國船長公會南部服務處」業於110年04月30日假國立高雄科技大學旗津校區航運技術系內成立暨揭牌典禮後，與會貴賓大合照及茶會座談。

- 4.本會業敦聘南部服務處主任為國立高雄科技大學航運技術系蔡朝祿主任，副主任為戴乃聖船長（中鋼通運公司總船長），均為無給職，其任期與本會第 23 屆理監事任期同。
- 5.本案將提請第 23 屆第 2 次會員大會追認通過辦理。

（四）、辦理本會 109 年度模範船長選拔案

1. 本會第 23 屆第 4 次理監事聯席會議通過成立選拔模範船長評選小組，推選 林全良（召集人）、方信雄、陳正文、李蓬、陳馬力等五位為評選委員，執行選拔模範船長工作。（惟因台塑海運公司推薦陳正文船長參加選拔，為公平公正起見，陳評委正文自請解除評審任務，其評審任務請由陳力民秘書長代理）。
2. 本會 109 年度模範船長評選結果，排名順序如下：
第一名台塑海運 陳正文船長總分 267.5 分、第二名萬海航運 張為國船長總分 262.5 分、第三名長榮海運 門仲輝船長總分 247.5 分、第四名陽明海運 董加亭船長總分 244.5 分、第五名中鋼通運 周如孝船長總分 242.5 分，上列五位當選模範船長，已報請第 67 屆航海節籌備會備查。
第六名新興航運 董傑仁船長總分 241.5 分、第七名長榮海運 吳銖立船長總分 237.5 分、第八名裕民航運 洪健祐船長總分 232.5 分、第九名中鋼通運 董慶代船長總分 227.5 分、第十名光明海運 張中義船長總分 221.5 分、第十一名陽明海運 林逸熙船長總分 219.5 分。上列第六名至第十一名，併同上列五位「模範船長」均列為本會優秀船長，將於本會第 23 屆第二次會員大會報告備查，並頒發「優秀船長」獎牌乙面，以資祝賀。（本會 109 年度優秀船長優良事蹟業已刊載 223 期船長通訊，敬請參閱）。
3. 109 年度模範船長當選名單本會業於 110 年 5 月 25 日以船公(110)輝字第 110033 號函報航海節籌備會備查。（惟今年第 67 屆航海節慶祝大會，依據籌備會第 2 次會議決議：因新冠肺炎疫情嚴峻停辦各項慶祝活動，僅辦理模範船長、模範船員及航港有功人員等評選事宜，獎牌委請各承辦單位轉發）。

（五）、本會與國立高雄科技大學簽署合作備忘錄案

1. 本會與國立高雄科技大學（以下簡稱雙方）為促進彼此合作在船員進修教育之發展，船員人力服務教育品質領域，基於誠信及平等互惠原則，組建策略聯盟。雙方業於 110 年 6 月 15 日同意簽署合作備忘錄。
2. 雙方並於 110 年 6 月 18 日/110 年 6 月 21 日以高科大訓字第 110220009 號/船公（110）輝字第 110036 號函用印。

二、派員參加各項會議

1. 交通部航港局 110 年 4 月 16 日召開「焜陽企業股份有限公司申請所屬「焜陽 601 號」(船舶號數 016461)拖船調整船員最低安全配置，審查會議，本會委請林船長寬仁代表出席。
2. 交通部航港局 110 年 4 月 22 日召開「高速船申請夜間航行驗證作法」研商會議，本會黃理事長(委員)代表出席。
3. 交通部航港局 110 年 4 月 22 日召開「我國西側及北側海域航道劃設委外規劃案期中報告」審查會，本會黃理事長、林主持人彬列席報告。
4. 行政院 110 年 5 月 10 日召開「離岸風電區塊開發及航道範圍重疊」研商會議，本會林計畫主持人彬參與交通部航港局與會。
5. 交通部航港局 110 年 5 月 19 日召開研商「國內船舶交通服務(VTS)人才培訓與認證作法」會議，本會黃理事長(委員)、林常務理事彬(委員)出席。
6. 交通部航港局 110 年 6 月 8 日召開「我國西側及北側海域航行空間規劃」座談會(視訊會議)，本會黃理事長、林主持人彬列席參加。
7. 經濟部能源局 110 年 6 月 9 日召開「離岸風電區塊開發場址規劃與航道規劃研商會議(觀塘港 LNG 船舶議題)」視訊會議，本會黃理事長代表參加。
8. 交通部航港局航船布告標準作業流程規劃書面審查案，本會陳秘書長(委員)代表參加。
9. 中華民國第六十七屆航海節籌備會於 110 年 6 月 9 日召開第二次會議(視訊會議)，本會陳秘書長代表參加。
10. 交通部航港局 110 年 8 月 17 日召開「110 年度船員訓練專業機構新購或更新船員專業訓練設備」審查會議，本會黃理事長(委員)代表參加。

三、主管機關發布之公告及法規

1. 交通部航港局 110 年 4 月 1 日航員字第 1100055285 號函轉衛生福利部有關「濫用藥物尿液檢驗作業標準」第三十六條修正草案，業經於中華民國 110 年 3 月 26 日以衛授食字第 1101101232 號公告預告，本會已刊登網站，通告會員週知。
2. 交通部航港局 110 年 4 月 19 日航員字第 1100056514 號函示行政院於中華民國 109 年 1 月 15 日修正公布之「毒品危害防制條例」第 18 條第 24 條，定自 110 年 5 月 1 日施行，本會已刊登網站，通告會員週知。
3. 交通部於中華民國 110 年 4 月 26 日以交航(一)字第 1109800074 號公告「彰化風場航道」，並自公告後 6 個月實施及檢附「彰化風場航道航行指南」，本會已刊登網站，通告會員週知。

4. 交通部於中華民國 110 年 4 月 26 日以交航字第 11000098121 號令修正「航行船舶船員最低安全配置標準」第三條附表二、第四條附表五，本會已刊登網站，通告會員週知。
5. 交通部航港局 110 年 5 月 7 日航員字第 1100057507 號函轉有關立法院咨請總統公布修正「船員法部分條文」一案，業奉總統 110 年 4 月 28 日華總一義字第 11000038721 號令公布，本會已刊登網站，通告會員週知。
6. 交通部航港局 110 年 5 月 26 日航港字第 1101810524A 號公告預告修正商港法第三十六條第一項第三款之妨害港區安全行為，本會已刊登網站，通告會員週知。
7. 交通部航港局 110 年 6 月 10 日航員字第 1101950867 號函修正「各類型船舶入出國際商港核准程序及管理作業要點」第三點、第六點、第九點，自即日生效，本會已刊登網站，通告會員週知。
8. 交通部航港局中華民國 110 年 6 月 17 日船舶字第 1101710369B 號令修正「交通部航港局高速船申請航行許可證書試航作業程序」，本會已刊登網站，通告會員週知。
9. 交通部 110 年 8 月 2 日交航（一）字第 110998001392 號預告「外國籍船員僱傭許可及管理規則」第八條修正草案公告，並附上開修正草案總說明及條文對照表，本會已刊登網站，通告會員週知。

伍、財務報告（110 年 01 月 01 日～110 年 07 月 31 日）詳如議程附件二

（上列工作報告准予備查）

陸、討論提案

第一案

提案人：行政組

案由：請再決定召開第 23 屆會員大會及成立 60 週年慶祝大會日期及截至 109 年 7 月 31 日，在岸會員代表經核對計有 96 人，詳如議程附件三，提請審議案。

說明：

- 一、本會原訂於 110 年 7 月 10 日假張榮發基金會召開第 23 屆第二次會員大會暨舉行成立 60 週年慶祝大會，惟因 COVID-19 疫情嚴峻延期召開。
- 二、本會為配合第二十三屆第二次會員大會會召開，按規定必須清查會籍及造具在岸會員代表名冊(因本會會員工作性質特殊)，並依此名冊的會員數為會員大會代表人數。

辦法：

- 一、敬請再決定召開日期辦理。
- 二、本在案會員代表案通過後，報請 內政部備查。

決議：

- 一、本會第 23 屆第 2 次會員大會及成立 60 週年慶祝大會召開日期，擬於 110 年第四季其疫情趨緩後，擇適當之星期六或星期日召開，(授權理事長辦理)。
- 二、通過，在案會員代表 96 人，報請 內政部備查

第二案

提案人：行政組

案由：本會增購及報廢辦公設備，詳如議程附件四、五，提請審議案。

說明：茲有舊辦公設備一批，因使用多年已不堪使用，並已超過使用年限，擬予報廢。及另增設新辦公設備一批(列入財產目錄)。

辦法：本案通過，將修正財產目錄，提請下次會員大會追認通過後，報請 內政部備查。

決議：通過。併入財產目錄，提請第 23 屆第 2 次會員大會追認通過後，報請 內政部備查。

第三案

提案人：行政組

案由：茲有裕民航運公司等 4 家公司、學校團體申請加入本會為「團體會員」敬請同意案。

說明：

一、團體會員入會案業經第 23 屆第 4 次理監事聯席會議第八案決議「同意，邀請相關航運公司、單位參加本會為「團體會員」事宜，授權理事長辦理」在案。

二、本會邀請新入會團體會員計有 4 家：

1. 裕民航運公司：

負責人：徐旭東

會員代表：劉守麟(船務部經理) 鹿定強(船務部資深副理)。

2. 國立高雄科技大學

負責人：楊慶煜

會員代表：俞克維(副校長) 鄒明城(海訓處處長)

3. 長奕航運公司

負責人：蔡炳勳

會員代表：蔡朋桀(經理) 蔡今宸(主任)

4. 上緯新能源股份有限公司

負責人：蔡毅霆

會員代表：郭世榮(營運長) 蔡亞霖(工程經理)

辦法：敬請同意備查，准予加入本會為團體會員。

決議：通過，准予加入本會為團體會員。

第四案

提案人：行政組

案由：茲有張為國等 13 位船長申請加入本會為會員，詳如議程附件六，提請備查案。

說明：

- 一、新入會會員計有：張為國、戴乃聖、董加亭、李德仁、邱建豪、張嘉明、陳祖望、鄧家明、劉清海、張瑋峻、邱致融、沈冠榮、劉起帆等 13 位船長申請加入本會，經已先行簽請理事長核准入會。
- 二、本案經本次會議通過後，報請內政部備查。

決議：通過報請 內政部備查。

第五案

提案人：行政組

案由：茲有劉興祥二位船長申請退出本會，詳如議程附件七，經予以除名，提請備查案。

說明：

- 一、退會會員計有：劉興祥、江志豪二位船長，經已先行簽請理事長核准。
- 二、本案經本次會議通過後，報請 內政部備查。

決議：通過報請 內政部備查。

第六案

提案人：行政組

案由：茲有王玉生一位會員逝世，詳如議程附件八，經予以除名，提請備查案。

說明：

- 一、本會會員王玉生一位船長不幸於 110 年 08 月 08 日因病逝世，經已先行簽請理事長予以除名。
- 二、本案經本次會議通過後，報請 內政部備查。

決議：通過報請 內政部備查。

柒、臨時動議：無

捌、散會 中華民國 110 年 8 月 20 日下午五時 50 分