

專刊暨經驗交流

海巡巡防艦之簡介



◎ 洪 銘 聰

前言

台北縣籍聯合號海釣船，搭載包括船長在內共16名釣客，於今（97）年6月10日，在釣魚台南方6浬海域，被日本保安廳編號PL123巡防艦刻意撞沈，包括他在內共16名釣客紛紛跳海逃生，隨後被保安廳巡防艦救起。

海巡署北區、中區機動海巡隊隨後也獲報，立即通報在海上巡弋的和星艦、基隆艦與台中艦馳援，2艘巡防艦趕至時，無法駛近「聯」船沈沒海域，被日本保安廳限制在釣魚台外12浬海域，只能夠過外交管道協助，設法接回落海獲救的釣客。

一時之間，釣魚台主權爭議議題又浮上檯面，新聞報導中，將海巡署巡防艦誤報導為軍艦，可見一般民眾對於海巡署的認識有限，就連新聞記者也不了解政府組織架構，雖然在海巡署當中有軍人，但駕駛巡防艦艇上的人員並沒有任何一位軍人，而是以海關、警職及文職海巡人員為主，以下針對海巡署巡防艦做介紹，以期能讓更多人認識海巡巡防艦。

巡防艦沿革

民國89年1月28日，行政院下整

合國防部海岸巡防司令部、內政部水上警察局及關稅總局八艘大型緝私艦，掛牌成立「海岸巡防署」，下設「海洋巡防總局」及「海岸巡防總局」，成員包含軍職人員、警職人員、關務人員及一般文職人員，而原海關緝私艦納編成北、中、南部地區機動海巡隊，後期再成立東部地區機動海巡隊，並將緝私艦正名為巡防艦。

移撥初期八艘巡防艦分別為和星艦（CG101）、偉星艦（CG102）、謀星艦（CG105）、福星艦（CG106）、寶星艦（CG107）、欽星艦（CG108）、德星艦（CG109）及洵星艦（CG110），船名分別以當時關稅總局總局長、副總局長等人名諱命名，而英文編號CG為「COAST GUARD」海岸巡防署之縮寫，艦上人員為海關隨艦移撥。

前內政部警政署保七總隊時期，最大巡防艇排水量為100噸，台北艦（CG116）為此時期參考海軍錦江艦設計籌建之第一艘大型巡防艦，交船時間為民國90年，配置在海洋巡防總局直屬船隊，為第一艘警職艦長之巡防艦。

同年，海關所籌建之四艘巡防艦接續移撥給海洋巡防總局，並持續以地名爲命名方式，分別爲台中艦（CG117）、基隆艦（CG118）、花蓮艦（CG119）及澎湖艦（CG120），海洋巡防總局時期自行籌建大型500噸級巡防艦南投艦（CG122）於94年下水服勤，97年2月，將推進系統由傳統的螺槳式改爲新型噴水式，創下我國大型艦艇造船的首例之金門艦（CG123）及連江艦（CG125）替換老舊艦艇洵星艦及寶星艦，加入海洋巡防任務。

目前海巡署船齡超過二十年者有計有德星艦、欽星艦、謀星艦與福星艦，未來海洋巡防總局規劃籌建一千噸巡護船、二千噸及三千噸巡防艦，並持續汰換老舊艦艇，以增加海洋巡護能量。

人員職稱

一般所熟知之貨櫃船、散裝船、冷凍船、油輪或其它何種形式的商船，人力都分成甲板部與機艙部，各部門又分成甲級船員與乙級船員，所謂的甲級船員有船長、大副、資深船副（二副）、資淺船副（三副）、報務主任、報務員等；輪機部則有輪機長、大管、資深管輪（二管）及資淺管輪（三管）等。GMDSS實施後，報務主任職務虛級化，船公司陸續取消

報務主任的編制，並將其業務分別交由大副、資深船副與資淺船副負責，並輔導報務主任考取航海人員特種考試一等船副證書轉任資淺船副。

乙級船員職稱有水手長、機匠長、副水手長、副機匠長、銅匠、電機師、電匠、舵工、水手、機匠、加油、大廚、服務生等。依照各種船型不同所需人員又有些許不同，以油輪而言則又多出泵匠，近年來船公司爲了節省人力成本，設立了通用水手（GP），此一職位不區分甲板或機艙，可作爲機艙之機匠或甲板舵工或水手。

目前各式船舶當中，以貨櫃船的人力最爲精簡，最低紀錄只有14位船員運作，機艙實施無人當值（MO），船上設備有需要維修時，等靠泊碼頭時公司會另請工作隊到船上負責維修，船上人員只負責單純開船與保養，實施後發現人員體力無法負荷，發生了不少大小海事案件，多爲人員疲勞所導致，爲避免增加船舶潛在的危險性，於是又增添到17人，散裝船及油輪的人數則較多，一般在18至23人之間。

巡防艦上的編制與商船有些微差異，仍沿用海關時期緝私艦上的名稱，職稱分別爲艦長、輪機長、大副、艦艇駕駛員、艦艇機師、報務主任、報務員、辦事員及佐理員，另設有海務技工分成一級技工與二級技

工，無商船之水手長、機匠長、電機師、舵工、水手等職稱。

與商船職稱主要差異，艦艇駕駛員相當於船副，艦艇機師相當於管輪，另輪機部門沒有大管一職，由較資深之艦艇機師負責與商船相對應之工作，另有二分之一艦長得列簡任艦長，卻無簡任輪機長，艦上職務艦長、輪機長、大副及報務主任為主管職。

海岸巡防署成立初期，組織法設定只有8艘巡防艦之編缺，後期又增加5艘巡防艦，因此常有低階高代的情況，此一情況在民國96年底通過海洋巡防總局組織法第十條修正案，在行政院「不增加機關總員額」之組織調整原則下，減列報務主任編制員額一人、報務員編制員額5人、隊員編制員額70人、書記編制員額1人，並增置艦長、大副、輪機長、艦艇駕駛員及艦艇機師等艦上職務編制員額77人，將原本組織法內4至8艘巡防艦修正為13至17艘，以符合實際艦艇運作編制，並將艦上辦事員職稱修正為技術助理員，佐理員修正為技術生。

人員所需證書

依據專門職業及技術人員特種考試航海人員考試，一、二等航行員及輪機員，於考選部通過測試取格及格證書後，簽署交通部依據IMO STCW

1995修正案之適任性要求之船上訓練簿後，方可取得適任證書。

一等航行員指在總噸位3,000以上航行於國際航線或總噸位10,000以上航行於國內航線船舶服務者。二等航行員指在總噸位500以上未滿3,000航行於國際航線或總噸位500以上未滿10,000航行於國內航線船舶服務者。船舶在總噸位3,000以上未滿8,000，且航行於東經90度以東，150度以西，南緯10度以北及北緯45度以南近海區域者，得適用二等航行員。

一等輪機員指在主機推進動力3,000瓩以上船舶服務者。二等輪機員指在主機推進動力750瓩以上未滿3,000瓩船舶服務者。船舶主機推進動力在3,000瓩以上未滿6,000瓩，且航行於東經90度以東，150度以西，南緯10度以北及北緯45度以南近海區域者，得適用二等輪機員。

擔任巡防艦幹部職務艦長、輪機長、大副、艦艇駕駛員及艦艇機師者，交通部對於適任證書之等級要求，艦長為二等大副適任證書、輪機長為一等大管輪適任證書、大副及艦艇駕駛員為二等船副適任證書，艦艇機師為一等管輪適任證書。

警察大學水警系及海事職校畢業之學生，可報考二等船副、二等管輪，海事大專院校畢業，可直接報考一等船副、一等管輪，囿於海巡署為公務船舶，海上年資交通部只承認三

巡防艦職稱	修正後職稱	位 階	肩 章	證書要求	備註
簡任艦長	簡任艦長	十職等主管職	三線二	二等大副	
艦長	艦長	九職等主管職	三線一	二等大副	
輪機長	輪機長	九職等主管職	三線一	一等大管輪	
大副	大副	九職等主管職	三線一	二等船副	
報務主任	報務主任	八職等主管職	二線四		
艦艇機師	艦艇機師	八職等	二線四	一等管輪	
艦艇駕駛員	艦艇駕駛員	八職等	二線四	二等船副	
報務員	報務員	七職等	二線三		
辦事員	技術助理員	五職等	二線一		
佐理員	技術生	三職等	一線三		

分之二，所需晉升時間相對增長，若在巡防艦上取得資歷，適任證書上會另註明公務船舶使用。

結論

海洋巡防總局人員晉用，每年除警察大學畢業生外，以海巡特考招募為大宗，從民國九十年首次開辦至今，分別招考三、四等航海組、輪機組人員與五等技術生補充大型艦人力。當中三、四等還需具有航行員或輪機員及格證書，讓所需人員受訓時間縮到最短。

原巡防艦上關務人員已無繼續招考，遇缺則由警、文職具有適任證書之人員晉升，目前警職艦長已陸續出線。

許多人對於巡防艦上是以巡防艇還是商船或亦軍艦模式運作存有疑慮，海巡巡防艦實際運作模式，是以

巡防艦艦長負起一切成敗之責，依據行政院海岸巡防署海洋巡防總局組織條例第二條規定，執行項目計有：

- (一)海上交通秩序之管制及維護事項。
- (二)海上船舶碰撞及其他糾紛之蒐證、處理事項。
- (三)海難船舶與人員之搜索、救助及緊急醫療救護事項。
- (四)海洋災害之救護事項。
- (五)漁業巡護及漁業資源之維護事項。
- (六)海洋環境保護及保育事項。
- (七)其他依法執行事項。

我國海域執法面積，包含東沙群島鄰接區外界線海域達548898平方公里，亨利·梭羅：「與其在船艙風平浪靜地航行，我寧願選擇站在波濤洶湧的甲板上，贏向風雨。」期望在政府的努力與全民支持下，確保台灣海域安全秩序及永續發展的海洋權益。



輪機機件斷裂與檢驗

◎ 馬 豐 源

前 言

所謂斷裂，是物體在機械力、熱、磁、聲響與腐蝕等因素，單獨或複合作用下，其本身連續性遭到破壞，發生局部開裂或分裂為幾部分的現象，前者稱為局斷裂，而後者稱為完全斷裂。任何機械若發生斷裂失效，不僅會造成經濟損失，嚴重時，還會造成重大人身傷亡事故。磨損、腐蝕與斷裂是輪機機件與構件的三種主要損傷失效形式，其中以斷裂的危害性最大。

機件失效的類型

各種船舶機械的零件，於機器的運轉的工作中均承擔著特定的任務，具有完成某項任務的功能。當由於某種原因，使此零件失去應有的功能時，即稱之為失效。依據零件喪失功能的原因，可將失效類型分為三種，分為尺寸失效、表面腐蝕失效與斷裂失效。

零件於長期工作中，由於磨損等原因，使零件幾何尺寸的變化超出允許值，從而使零件失效，如軸頸、齒輪等。尺寸的時間效應，如葉片的高

溫潛變、緊固螺栓的拉長、噴油嘴脹大等也會造成尺寸超限。

零件表面遭受腐蝕、氣蝕、燃氣沖刷、灼熱以及輪齒表面發生點蝕剝落等使零件表面發生腐蝕失效。零件由於受到衝擊、過載、超溫、腐蝕、疲勞、氫脆等原因而發生斷裂。斷裂失效是零件的破壞性失效。

零件斷裂的分類

船舶機械的零件斷裂失效的原因為多樣性，因研究斷裂失效的角度與側重點不同時，其斷裂失效的分類亦有所不同。

一、依零件斷裂時變形量的大小分類

A. 韌性斷裂

韌性斷裂的特性是零件在斷裂前，發生顯著的塑性變形，斷口成暗灰色的纖維狀，不能很好的吻合。零件的韌性斷裂屬於過載斷裂，及零件承受的實際載荷超過危險載面處的容許載荷。

零件韌性斷裂所造成的危險性遠較脆性斷裂要小，因在斷裂前發生顯著的塑性變形，將預先警示與引起注意，或者因變形量超過允許值，而使

零件在斷裂之前，即已失效，即使斷裂也不易產生碎片而造成危害。

B. 脆性斷裂

脆性斷裂是一種突發性的斷裂，零件在斷裂前，基本上不會發生塑性變形，沒有明顯的徵兆，因此，有較大的危害性。

脆性斷裂的特點

1. 脆性斷裂時，零件的宏觀應力一般小於材料的降伏強度，所以，此種斷裂又稱之為低應力脆斷。
2. 厚截面、大的變形速度與低溫，易引起脆性斷裂。
3. 脆性斷口平齊呈顆粒狀，當斷口在強光照射下，轉動時閃閃發亮，斷口兩邊吻合完好，且與正應力成垂直，斷面上成人字型或放射型裂紋。
4. 脆性斷裂的裂源，通常是零件內部存在的裂紋或缺陷。金屬在冶煉、軋製及零件在加工過程中或零件因設計不當，造成局部應力的集中，都可能產生裂紋或缺陷。

脆性斷裂前也可能發生微量塑性變形，一般規定光滑拉伸試樣的斷面，收縮率小於5%時為脆性斷口，此材料稱之為脆性材料；大於5%時，則為韌性材料。材料的韌性與脆性是根據一定條件下的塑性變形量而定的，當條件改變時，材料的韌性與脆性也

會相互轉變。

二、按裂紋擴展的途徑分類

多晶金屬的斷裂，按裂紋擴展的途徑分為穿晶斷裂與沿晶斷裂

A. 穿晶斷裂

裂紋穿過晶粒內部或相的內部，所發生的斷裂稱為穿晶斷裂。穿晶斷裂可以是韌性斷裂，也可以是脆性斷裂。

B. 沿晶斷裂

裂紋沿著晶界或相界擴展，所產生的斷裂稱為沿晶斷裂。當材料晶界存在著脆性相、焊接熱裂紋、潛變裂紋時，一般大都會發生沿晶斷裂。沿晶斷裂多數屬於脆性斷裂。

三、依穿晶斷裂的機理分類

穿晶斷裂按斷裂的機理，可分為解理斷裂與剪切斷裂。

A. 解理斷裂

解理斷裂是金屬在正應力作用下，由於原子間結合鍵破壞而造成沿一定的、嚴格的結晶學平面，解理平面的斷裂。體心立方金屬、密排六方金屬與合金，在低溫衝擊載荷下都能促使解理斷裂的產生。應當注意，不能把解理斷裂視為脆性斷裂。解理斷裂是脆性斷裂的一種機理，屬於脆性斷裂，而脆性斷裂卻不一定是解理斷裂。

B. 剪切斷裂

在切應力作用下，金屬沿滑移面滑移造成的斷裂稱之為剪切斷裂。其可分為兩類，純剪切斷裂與微孔聚積型斷裂。純金屬尤其是單晶體在外力作用下，沿最大剪應力方向的滑移面滑移，最後因滑移面滑動而斷裂稱之為純剪切斷裂，其斷口常呈現鋒利的楔型或刀尖型。微孔聚積型的斷裂是在外力作用下，因強烈滑移、差排堆積，在局部地方，如縮頸處產生許多顯微空洞，或因夾雜物破碎等其他原因造成為小空洞，此類空洞在切應力作用下不斷擴大，聚集連接並同時產生新的空洞，最後導致斷裂。

四、按斷裂原因分裂

按斷裂原因分裂，有助於對各種機理的探討。引起金屬斷裂的原因很多，主要可分為疲勞斷裂、潛變斷裂、氫脆斷裂與應力腐蝕斷裂。

A. 疲勞斷裂

零件在循環載荷或交變應力作用下，所引起的斷裂稱為疲勞斷裂，其為船舶機件斷裂的主要類型之一。

B. 潛變斷裂

金屬在長時間的恆溫恆應力作用下，發生緩慢塑性變型稱之為潛變。當潛變量累積到一定程度而導致的斷另稱為潛變斷裂。潛變斷裂與時間有關的一種延滯性破壞，其為高溫機械發生的主要事故之一。潛變在低溫下

也可以發生，但當溫度高於材料溶點 $0.3T_m$ 時才較顯著。

C. 氫脆斷裂

氫脆斷裂是由於氫擴散到金屬中差排處或生成氫化物，所造成材料脆化斷裂現象。按氫的來源，氫脆可分為內部氫脆與環境氫脆兩類。內部氫脆是材料於冶煉、熱處理、酸洗、電鍍、焊接等過程中吸收過量氫氣而造成；環境氫脆是零件在氫氣氛或其他含氫介質的作用下引起的氫脆。

氫導致材料脆性破壞時，材料的延塑性能下降，因此，宏觀斷口比較光滑平整，呈放射狀的稜線或顆粒狀。氫脆斷裂常發生再夾雜物比較嚴重的區域，其特徵是斷口上呈現白點。白點有兩種類型，一為是鋼件中的縱向發裂，其為某些缺陷處氫分子聚集而成的。一旦發現發裂，材料便為難以挽救，但在形成發裂前，採取低溫長時間保溫可以消除發裂。另一種白點為魚眼型，其往往以材料內部的宏觀缺陷，如氣孔、夾渣等為核心，此種白點一般不影響材料強度，只降低其塑性，採取相應措施後可消除。

D. 應力腐蝕斷裂

金屬機件在拉應力與特定的腐蝕環境共同作用下，產生的脆性斷裂稱為應力腐蝕斷裂。

應力腐蝕斷裂的特徵

1. 應力腐蝕斷裂只有在拉應力作用下才會發生，壓應力不會引起應力腐蝕斷裂。一般情況下，應力腐蝕裂紋在拉應力區萌生與擴展。應力腐蝕的拉應力一般小於材料的降伏強度，其可以是工作應力，也可以是殘餘應力。產生應力腐蝕的最小拉應力稱之為臨界應力，拉應力小於臨界應力時將不會出現開裂。
2. 腐蝕環境是特定的，即每種材料只有在某些腐蝕介質產生特效作用的離子與分子，才引起應力腐蝕斷裂，而此種介質對其他材料可能沒有明顯作用，如低碳鋼在硝酸鹽中的硝脆。在通常情況下，金屬材料的腐蝕斷裂是與水溶液相關聯的，除此之外，還有一些液態金屬、溶化的鹽類、氣體、有機或無機液體等環境介質，也都可能產生應力腐蝕斷裂。

環境條件除腐蝕介質外，還應包括環境溫度。在通常情況下，環境溫度升高時，可助長應力腐蝕。環境方式的變更，對應力腐蝕也有影響，如金屬材料處於乾濕交替變化的條件下，比沒有此交替變化條件對開裂更為敏感。

3. 一般認為純金屬不會發生應力腐蝕，但近年來發現純度99.996%的鐵仍然產生晶間型應力腐蝕。因此，合金比純金屬更易產生應力腐蝕，高效能的金屬材料對應力腐蝕更具有敏感性。鋼對應力腐蝕的敏感性，取決於合金的成分與組織結構，相結構與缺陷等。
4. 應力腐蝕是一種局部腐蝕，且腐蝕裂紋常被腐蝕物所覆蓋，因此，較難發現，於事先沒有明顯跡象時，發生突然斷裂，故危害較大。應力腐蝕屬於脆性斷裂，即使具有較高延展性的金屬，其斷裂型態仍

表一 常見金屬的腐蝕介質

金屬材料	腐 蝕 介 質
碳鋼與低合金鋼	NO_3^- 、 OH^- 、 CN^- 、 H_2S 、海水、工業大氣、溶化的Zn、Li
不銹鋼	Cl^- 、 CH^- 、 H_2S 、海水、海洋大氣
鋁基合金	潮濕空氣、海洋與工業大氣、水銀、NaCl
鎳基合金	溶化的氫氧化物、水蒸氣、含微量 O_2 或Pb的高溫水、溶化鉛

屬於脆性斷裂。其斷口平齊，正應力成垂直，沒有明顯塑性變形的徵兆，斷口常呈現顆粒狀，裂紋源區為黑色或灰色，擴展區常有人字型或放射型裂紋。

應力腐蝕斷裂的方式可能是穿晶斷裂或沿晶斷裂，究竟以何種方式擴展，取決於合金成份及腐蝕介質。如於一般情況下，低碳鋼與普通合金鋼為沿晶斷裂、 β 黃銅為穿晶斷裂。

應力腐蝕斷裂是指金屬機件在拉應力與特定的腐蝕環境共同作用下產生的斷裂；腐蝕疲勞斷裂則是屬於交變應力與腐蝕共同作用下產生的斷裂。

零件斷裂分析與檢驗

對斷裂零件的檢驗首重其斷裂失效分析，斷裂失效分析是一門多學科綜合性的分析技術。於進行斷裂失效分析時，經常利用斷口分析技術，再輔以其他檢測分析，如超音波檢測、力學性能試驗、破壞力學分析、模擬試驗等進行斷裂分析。

機件失效分析的方式，首先為外部觀察，其次為實驗檢測，再進行綜合性分析，評判失效原因，提出克服失效的措施，最後，對所提的措施進行考核驗證，驗證是否正確。

一、外部觀察

外部觀察主要觀察下列狀況：

1. 對損壞機件的外觀、斷口形貌，以肉眼或放大鏡進行仔細觀察，測量並紀錄損壞的位置、尺寸的變化情況、斷口宏觀形貌、表面剝落物與腐蝕物，必要時進行照相。
2. 認真查閱運轉相關紀錄，了解機件的工作環境、工作條件及失效過程。
3. 進一步收集有關該零件的設計、材料、加工製造、裝配及使用維修的資料。

二、實驗檢測

1. 檢查受力情況

以實驗應力分析等方法，檢查失效機件的應力分布狀況，檢查損壞處的主應力是否為最大，產生裂紋的平面與最大主應力方向之間的關係如何，用以判斷零件幾何形狀的設計與結構受力分布是否合理。

2. 材質分析檢查

全面的材質分析包括冶金品質、化學成分、力學性能、物理性能與其他特殊性能的分析。依據斷裂失效的初步判斷，進行期中的一項或幾項分析。其中最常用的是化學成分、力學性能及金相組織分析。

檢查化學成分是為查明失效零件所

使用的材料與原設計要求是否相符合，更多的是要進行微觀分析，尤其是對斷裂起始部位，看該處的成分與斷裂原因是否有直接關係。若斷口處有附著物時，應對附著物進行成分分析，如此有助於了解附著物的來源與裂紋的原因與性質。

力學性能分析，依據運行紀錄估算施加於失效零件上的負荷，可以有針對性地進行所需力學性能的檢查。如以硬度值可以初步評估材料的強度。對於大斷面零件，除測量硬度值外，還要在失效部位取樣測定拉伸與衝擊等機械性能，若有必要時，也可做斷裂韌性分析。

金相檢驗於斷裂失效分析占有極其重要的作用，一般都應採用高低倍金相組織檢查。金相檢驗可協助判斷材料金相組織的類型、形狀、大小、數量、分布狀況是否合格及夾雜物、微觀偏析是否符合規定、是否存在脫碳、增碳、晶界腐蝕等現象。於金相檢查時，特別要注意觀察失效側源區域，裂紋周圍組織狀態的變化。

亦可藉由非破壞分析來輔助，如染色試驗、超音波檢測、螢光試驗、磁粉探傷及X光檢測等等。

3. 斷口分析

斷口分析至為重要，因為斷口形貌

正確地記錄斷裂的主要原因、過程與斷裂瞬間的狀況。因此，斷口分析是整個斷裂失效分析的重要組成部分與不可少的步驟。

斷口分析包括宏觀分析與微觀分析，前者以肉眼或放大鏡觀察分析斷口；後者以光學顯微鏡或電子顯微鏡研究斷口。斷口的宏觀分析與微觀分析，兩者為互補，而不能取代。

斷口宏觀分析是斷裂失效分析的基礎，經由斷口宏觀分析，可以獲得下列資訊：

- A. 機件斷裂的裂源位置；
- B. 裂紋的擴展方向；
- C. 斷裂的類型；
- D. 機件所承受的應力類型；
- E. 環境介質對機件斷裂的影響。

斷口微觀分析是在宏觀分析的基礎上，進一步確定斷裂的途徑、斷裂的性質與環境對斷裂的影響；除此之外，還將確定斷裂的原因與斷裂的機制等。但於進行微觀分析時，不能以局部的特徵而輕易地做出結論，因在脆性斷口上，有時亦可能出現局部的韌窩紋路的區域；或者在韌性斷口上，可能出現局部的解理的現象。因此，必須進行多次的全面觀察，並與宏觀斷口形貌結合一起來考慮，才能得到正確的判

斷。

4. 進行破壞力學分析

破壞力學主要是針對金屬材料的研
究、機件的設計及安全壽命的預測
等方面。於機件設計時，不能單純
追求材料強度的指標，必須考慮機
件的應力場強度因子與材料的斷裂
韌性值的大小，才能確定機件安全
使用所能容許的斷裂尺寸或最大應
力。應用破壞力學的概念，可以針
對斷裂失效作定量的分析，與為評
定機件的安全性提供定量分析的判
據等。

5. 分析與測定內應力及其分布

內應力的大小及其分布對於零件使
用壽命有重大的影響，因此，要測
定零件使用前後的內應力大小與變
化。

三、模擬試驗

為驗證斷裂分析結論的正確性，
在可能的情況下，應當進行模擬試
驗，即依據零件的工作條件與狀況進
行模擬，以人為方式促使斷裂失效再
次發生。模擬斷裂結果若與分析的斷
裂性質完全一致或近乎相似時，就可
證明分析的結論是正確的。

結 語

零件的斷裂於船上屢見不鮮，
如柴油機的汽缸蓋、汽缸套與活塞組
件上的裂紋、曲軸的裂紋與斷裂等

等。輪機機件產生裂紋與斷裂，不僅
危及船舶正常的操作與營運，甚至於
可能造成機械重大故障或事故，而導
致人員的傷亡的危險性。因此，對於
機件的破壞或斷裂的形式，應予以特
別重視。

無論是疲勞裂紋的形成或疲勞
裂紋的擴展，均因為某局部區域內
的損傷不斷累積，最終導致破壞的過
程。判斷機件的斷裂現象，雖可以依
據經驗來做判斷，但更應要有學理的
根據，有時也應做相關實驗來協助分
析，才不至於造成誤判，而影響到後
續類似的斷裂現象的重複出現，造成
船舶營運成本的增加。

