



作戰研究

潛艦海難原因之研究

孫清堅、蘇東濤

提 要：

- 一、本研究探討潛艦海難事件發生之原因，針對1900-2009年潛艦發生海難事件的次數及類型進行探討，並利用統計軟體(SPSS 17.0)分析與歸納海難事件發生之趨勢，及與數起潛艦發生海難事件之官方調查報告所述的海難事件原因分析比對。
- 二、潛艦發生海難事件的主要類型可分為碰撞、浸水及翻覆、失火及爆炸等等。即使高科技化的核動力潛艦，也無法保障因人為疏失導致操作上可能發生的錯誤，故加強潛艦人員之訓練，讓每一位潛艦人員深切體認人為疏失是潛艦海難事件發生的首要原因，才能有效避免潛艦發生海難事故的悲劇。
- 三、近代水下潛體的發展已漸朝向海洋研究以及觀光的用途，可預判水下潛體在數量上將不斷的增加，海難事件也將會有相對增加的趨勢。鑒於碰撞意外在潛艦的海難事件中所佔比例最高，故擁有潛艦的國家，應考量建立國際間的安全協定，如航空界的飛航管制區等，以預防因不斷進步的潛艦水下匿蹤科技，導致海面下的碰撞意外發生。

關鍵詞：潛艦、海難事件、人為疏失

壹、前言

在地表能源日趨枯竭的地球，人類轉向海底能源的探勘與開發是必然的趨勢，近年來從事海底探勘之研究及私人用的水下潛體，有日漸增加的趨勢，海面下的交通密度勢將日益頻繁，水下潛體發生意外的風險亦將

相對增高，本研究探討潛艦發生海難事件的原因，可提供潛艦及水下潛體操船人員操船之參考。

潛艦在軍事及戰略的應用上，一直扮演著重要的角色，亦為執行海洋探索的重要工具。潛艦不僅具有水面船舶的風險，同時還具有海面下操作的諸多危險，操作安全的複

雜性較水面船舶為高。

因科技的進步，潛艦在設計安全及操作性能上雖不斷的提升，但仍有重大的潛艦海難事件發生。對浩瀚無際的大海而言，潛艦的脆弱是不爭的事實，當潛艦發生重大的海難事件時，不但是金錢上的巨額損失，無價的生命更是救援不易，甚至還可能對海洋環境造成無法回復的浩劫。為了瞭解潛艦海難事件發生的原因，以防範未然，本研究分析1900-2009年潛艦發生的海難事件，提出防範潛艦發生海難事件的具體建議。

貳、研究設計

本研究針對百餘年來潛艦發生海難事件的類型及次數進行分析探討，使用統計軟體(Statistical Package for the Social Science; SPSS17.0)之管制圖(Control Chart)功能，分析海難事件之發生是否有異常的現象，針對異常現象進行原因的探討。輔以數艘潛艦發生海難事件的官方調查報告，以瞭解每一個海難事件發生的過程，歸納出潛艦發生海難事件的原因，找出關鍵因素並提出防範潛艦發生海難事件的建議。

一、文獻回顧法

本研究對潛艦海難事件資料的蒐集，係以相關的期刊、書籍分析研究，再輔以官方對潛艦海難事件的調查報告做探討。在潛艦海難事件的官方調查報告中，海難事件發生的經過及原因，均有非常詳盡的分析，但此類的調查報告，多侷限於潛艦與商用船舶之間所發生的海難事件，報告的數量雖然不多，但對本研究仍極具參考價值。

二、管制圖分析法

檢定潛艦發生海難事件之異常點(Freak)，用以分析海難事件的根本起因，是非常重要的。本研究使用統計軟體(SPSS 17.0)之管制圖分析方法，分析海難事件之發生是否有異常的狀況，檢定出事件發生之異常點。再針對異常點發生之可能因素做深入的探討，歸納出潛艦發生海難事件的原因。為了瞭解科技、訓練或是其他因素的改進，是否可以減少潛艦發生海難事件，研析100多年(1900-2009)來，潛艦海難事件在發生趨勢上的變化是必要的。

三、潛艦安全風險評估法

根據學者應用層級分析法(The Analytic Hierarchy Process; AHP)，所提出的潛艦安全風險評估指標體系，分析權重值較高的指標因素，歸納潛艦安全風險之潛在原因。層級分析法(AHP)是將複雜的問題分成若干組成因素，將這些因素進行相互比較，訂定同一層次中各項因素的相對權重值，然後綜合專家的判斷決定各項因素的相對重要性。

參、文獻探討

潛艦於水面航行時，其操縱的特性與水面船舶並無太大的不同，所以研究潛艦海難事件發生之原因，對水面船舶發生海難事件的原因，亦應有所瞭解。潛艦多用於執行戰略任務，擁有潛艦的海洋國家對其潛艦的所有訊息，多採保密作為，不對外界公布，有關潛艦海難事件相關資料不易獲得，為本研究之限制因素。對潛艦發生海難事件之相關研究報告臚列如下：

潛艦海難原因之研究

一、水面船舶發生海難事件之相關研究

黃仁邦(1991)對臺灣地區海事特性分析指出，海難事件發生的相關因素有人為因素、船舶因素和環境因素等。碰撞的原因中，以未保持適當瞭望與警戒為最多；擱淺或沈沒事件的原因中，以船舶浸水(漏水)為最多。

A. P. Teixeira (2001)分析船舶災害的歷史記錄，導致船舶損失的意外主要類型是火災、爆炸、擱淺、碰撞和浸水沉沒。分析海運界1987年到1997年10年間的保險索賠資料(如圖一所示)，約有80％船舶發生意外的起因為人員疏失所造成。

A. P. Teixeira指出，羅意德海上保險協會(Lloyds)是擁有全球船舶統計資料最悠久資料庫的組織之一，羅意德海上保險協會將意外分為以下類別：

(一) 浸水沉沒(Foundering)：包括船舶因為惡劣海象而沉沒、浸水、斷成兩截以及不屬於其他類別的原因。

(二) 失火及爆炸：包括起因於失火及爆炸的延伸意外。

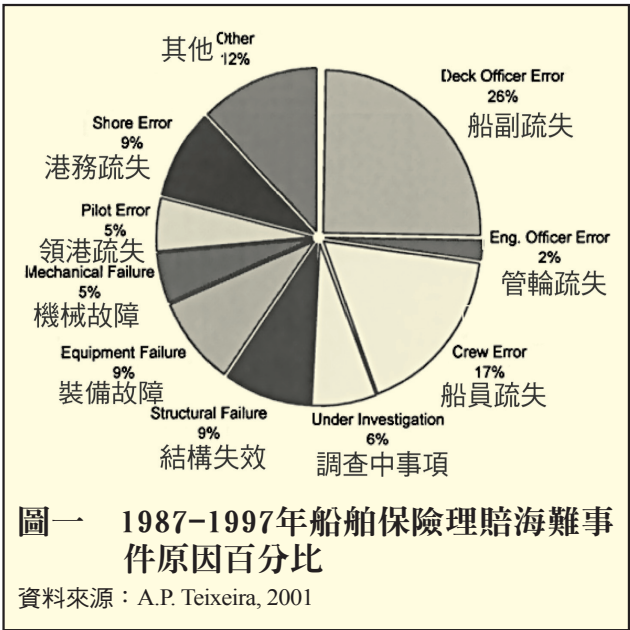
(三) 碰撞：包括船舶因碰撞它船抑或被它船撞擊而損失的意外。

(四) 碰觸(Contact)：1980年之前是歸類於碰撞，包括船舶與非船舶物體的碰觸，但不包括觸底。

(五) 遇難或觸礁(Wrecked or stranded)：包括船舶因為碰觸海底而受損的意外。

(六) 船體及機械損害：包括起因於船體或機械所造成的意外。

黃凱盟(2005)提出人為因素，是指人的行為對一特定系統的正确功能或正常性能的



不良影響。人為因素的同義詞是人為疏失。因人為疏失而導致船舶發生海難事件的比例為：碰撞96%，擱淺90%，火災爆炸70%，觸碰70%。人為因素涉及人、機器、環境、管理的各個方面，瞭解人為因素有利於採取對應控制。

吳展嘉(2006)以實際影響海上碰撞事件中之各種人為因素的權重評比，進行單獨及交叉分析，得到八項影響海上碰撞事件之關鍵人為因素，其前三名分別為酒後工作、擅離職守、打瞌睡。

張慈民(2008)研究台灣海域的海難事件，船舶碰撞佔所有事件的51.4%，其中人為因素佔了86.9%，而發生碰撞的主因當中，船長佔了63.6%的比例。

程浩(2009)所有水上發生的交通事件中，80%與人為因素有關，而船舶碰撞事件在各類型海難事件中佔的比例最大，大多數的碰撞意外都是因人為過失所造成的。

由以上學者專家研究分析可知，水面船舶海難事件發生的相關原因可歸納為人為因素、船舶因素、和環境因素等，而海難事件發生的起因大部分是人為因素86.9%。因人為因素，導致船舶發生事件的比例為：碰撞96%，擱淺90%，火災爆炸70%，觸碰70%。人為因素涉及人、機器、環境、管理等各個方面，瞭解水面船舶海難事件發生的原因，有助於防範潛艦發生海難事件。

二、潛艦發生海難事件之相關研究

潛艦無論是否參與作戰，都具有戰略嚇阻的功能，擁有潛艦的國家，對其潛艦的任何資訊，包括海難事件，因戰略機密抑或政治因素，多採取隱而不宣的態度。歷史上對潛艦發生海難事件的研究，多因政治敏感度或發生意外的確切原因不易獲得，所發表的文獻資料非常的有限，研究方向大多歸類為海難事件的次數及類型，研究重點則以科技的進步，是否能有效降低意外的發生，對海難事件發生的根本原因則少有著墨。

Liddell-Hart(1972)指出德國第一次世界大戰潛艇戰終告失敗的原因，係因英美於北海水域大量的佈雷行動，使德國潛艦的艇員受到士氣打擊與精神壓力。Liddell-Hart指出訓練有素的艇員太少，加在他們身上的壓力卻太大，是德國潛艇戰走下坡的主要原因。

Edwyn Gray (1996)研究1900-1989年間，非因作戰(Non-Combat Cause)所發生的潛艦意外，指出潛艦海難事件發生的頻率與服勤潛艦的數量非呈正相關。1915年全世界約有350艘潛艦，1910-1914年，在4年期間

潛艦海難事件發生的頻率每年約為2.6艘；1939年全世界約有650艘潛艦，1919-1939年的20年期間，潛艦海難事件發生的頻率每年約為2.2艘；1975年全世界約有850艘潛艦，1960-1975的15年期間，潛艦海難事件發生的頻率每年約為1.6艘。分析Edwyn Gray的研究數據，顯示潛艦海難事件發生的頻率，隨著科技的進步或是對人員訓練的重視，有漸次減少的趨勢。較早時期所建造的潛艦，比較脆弱是不爭的事實，Edwyn Gray(2003)研究指出自18世紀以來至2003年止，共有約6萬艘潛艦在世界各地服勤，沉沒的潛艦數量超過1,800艘。

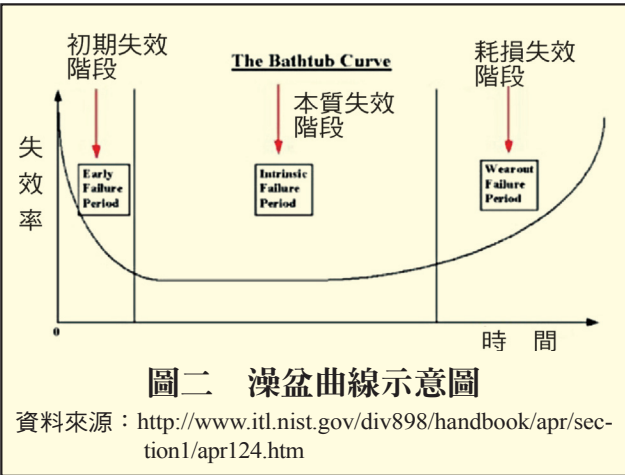
Christopher Tingle(2009)指出1946到2005年間導致潛艦損失最主要的意外是浸水，其次為碰撞、爆炸及火災等。Christopher Tingle指出，1946-1974年間，非因作戰導致的潛艦意外，在500艘服勤中的潛艦，每年沉沒0.92艘；30,000人服勤的潛艦官兵，每年致命38人。然而，在1975-2005年間，500艘服勤中的潛艦，每年沉沒0.31艘；30,000人服勤的潛艦官兵，每年致命12人，意外發生率明顯降低。表一列出了潛艦沉沒以及致命海難事件統計結果，顯示在個別檢視的期間(1946-1974以及1975-2005)所統計的資料具有一致性。由表一統計資料顯示，1946-1974年間，潛艦的沉沒的數量幾乎是1975-2005年的3倍；1946-1974年間，潛艦致命事件與1975-2005年間相較也是3倍。

Christopher Tingle指出，由潛艦沉沒的艦齡與其下水服勤的時間來做比較，顯示在1946-2005這60年間，主要的潛艦沉沒事

表一 潛艦沉沒以及致命海難事件分析表

事件 Parameter	階段 Period	平均值 Mean	平均值比例 Ratio of means
潛 艦 沉沒艘數	1946-1974	0.92	3.0
	1975-2005	0.31	
艇 員 致命人數	1946-1974	38	3.1
	1975-2005	12	

資料來源：Christopher Tingle,Submarine Accidents,professional Safety, September,p.37(2009)



件發生在開始服勤後的前10年內，以及在開始服勤後的27-29年間。而潛艦沉沒事件發生率較低的時段，大約是在服勤後的15-20年間，顯示潛艦沉沒事件的發生率具有澡盆曲線(Bathtub Curve)特徵(如圖二所示)，澡盆曲線認為物品最會出現問題的時段，是在其使用年限的起始抑或快結束之時。

Christopher Tingle提出以評量基準(Benchmarking)的觀念來評量意外，評量基準是採相互比較的方法。英國海事調查局(Marine Accident Investigation Board；MAIB) 於2002年的分析資料中，對

表二 1992年至2000年漁船與潛艦發生意外評量基準

海難類型	期間	漁船及潛艦沉沒及致命意外平均值	平均值比例 (漁船：潛艦)
沉沒	1992 2000	1.8漁船沉沒/500作業漁船	5.3
		0.34潛艦沉沒/500服勤潛艦	
致命意外		2.2	
			20潛艦艇員致命/30,000服勤艇員

資料來源：Christopher Tingle,Submarine Accidents,professional Safety, September, p.39(2009)

1992-2000年間漁船的意外提出了一個統計報告，並以相同期間潛艦的意外發生率，作為漁船發生意外的參考評量基準，評量資料如表二所示。1992-2000年漁船海難事件與潛艦海難事件做比較，英國潛艦發生意外的平均值要低於英國的漁船，在致命意外上約是1：2，在沉沒事件上約是1：5。

由以上學者專家的研究報告，針對船舶發生海難事件原因，作一總體性之探討。水面船舶海難事件發生的相關原因，可歸納為人為因素、船舶因素和環境因素等，而海難事件發生的起因大部分是人為因素；潛艦發生海難事件的主要類型，歸納為浸水、碰撞、爆炸及火災。研究指出，潛艦沉沒意外具有澡盆曲線特性，因此對新造潛艦及屆除役年限之潛艦，在操作上更應特別的謹慎。

三、潛艦安全風險評估

羅超(2007)利用層級分析法(AHP)，設計現役潛艦安全風險評估指標體系，建立總目標－目標層－子目標層－指標層的層次結

構模型，確定各指標因素的等級劃分標準，建立現役潛艦總體風險識別標準。羅超將潛艦的風險源分為三大類，提出潛艦安全風險評估指標系統：

- (一)船體結構及系統功能。
- (二)艇員素質及組織管理風險。
- (三)環境條件及海洋活動。

在船體結構及系統功能中，風險源包含設備儀器的可靠性、設計合理性、系統抗干擾及應急處理能力等；在艇員素質及組織管理風險中，風險源包含規章制度健全性、艇員自身素質，如疲勞度、健康狀況等；在環境條件及海洋活動中，風險源包含海流狀況、水下障礙物、水雷佈網密度等。

肆、結果與討論

一、統計軟體SPSS 17.0管制圖分析

依據1900-2009年，世界各國潛艦發生海難事件的次數資料，應用統計軟體SPSS 17.0之管制圖功能，解算管制圖如圖三所示。

由圖三可觀察到1900-2009年間，在1917、1944年，有異常點(Freak)產生，顯示該時間有一些特殊的事因，造成潛艦發生海難事件的異常。將1917年前後各10年間潛艦發生海難事件的次數，做管制圖分析如圖四所示。

就歷史的過程研析，1917年係介於第一次世界大戰的期間內，第一次世界大戰起於1914年7月28日，結束於1918年11月11日，大戰期程約為51個月。研究第一次世界大戰期間，有關的重要史實如下：

- (一)1915年2月18日德國宣布環繞英倫

諸島的水域為戰區，所有敵國與中立國船艦，遇見即予擊沉。

- (二)1916年4月美國總統威爾遜，發出對德潛艇戰的最後通牒，德國於是放棄無限制潛艇戰計畫。

- (三)1917年2月1日，德國因受到經濟壓力，宣布實施無限制潛艇政策。

- (四)1917-1918年間英美兩國，於挪威到奧克尼群島之間約180哩寬的海上通路中，佈下不少於7萬枚水雷。

- (五)1918年11月11日德國簽訂停戰協定，德國投降。

- (六)1919年6月凡爾賽合約，規定德國不得擁有、購買或建造潛艇。

第一次世界大戰於1914年7月28日爆發，結束於1918年11月11日，由圖四可觀察到潛艦發生海難事件，自1914年起有上升的趨勢，1917年到達最高點，1918年即有降低的趨勢，與第一次世界大戰的起迄年份(1914-1918)呈現正相關。1918年以後至1927年，潛艦發生海難事件的次數，呈現接近均數以下的穩定趨勢。

第二個異常點(Freak)顯現於1944年，將1944年前後各10年間潛艦發生海難事件的次數，做管制圖分析如圖五所示。1944年係介於第二次世界大戰的期間內，第二次世界大戰爆發於1939年9月1日，結束於1945年9月2日，大戰歷時72個月。

就歷史過程研析，第二次世界大戰有關重要史實資料如下：

- (一)1933年德國由希特勒執政，德國開始秘密建造潛艦。

潛艦海難原因之研究

- (二)1935年3月希特勒撕毀凡爾賽軍事協定。

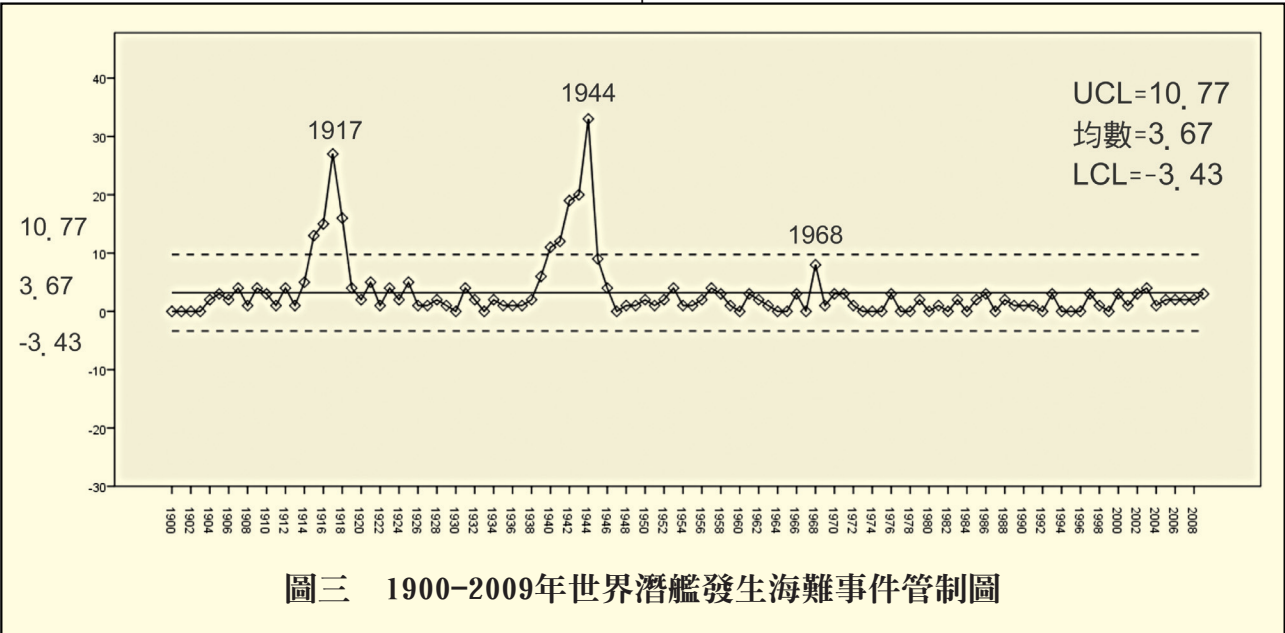
(三)1939年9月1日凌晨4時27分，德國進犯波蘭，第二次世界大戰爆發。

(四)1941年12月7日，日本偷襲珍珠港，並對英、美、荷宣戰。
- (五)1942年6月4日，日本與美國發生中途島海戰。

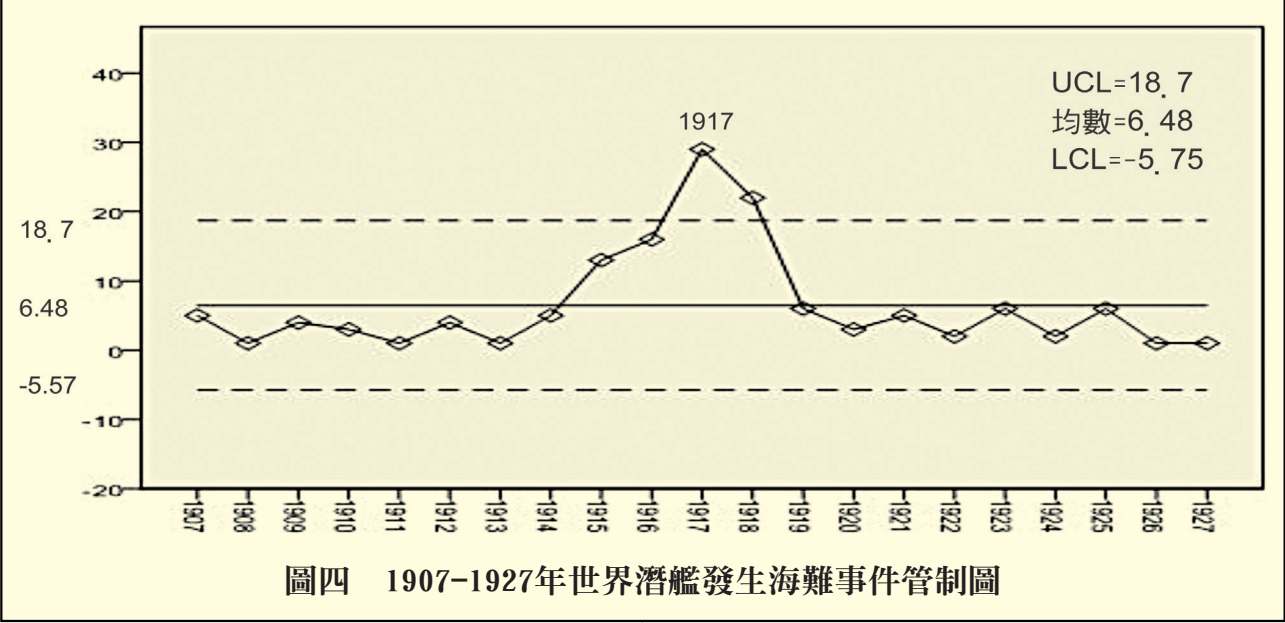
(六)1944年6月6日，盟軍登陸諾曼第。

(七)1945年5月8日，德國無條件投降。

(八)1945年8月6日，美國在廣島投下原子彈，造成78150人死亡。



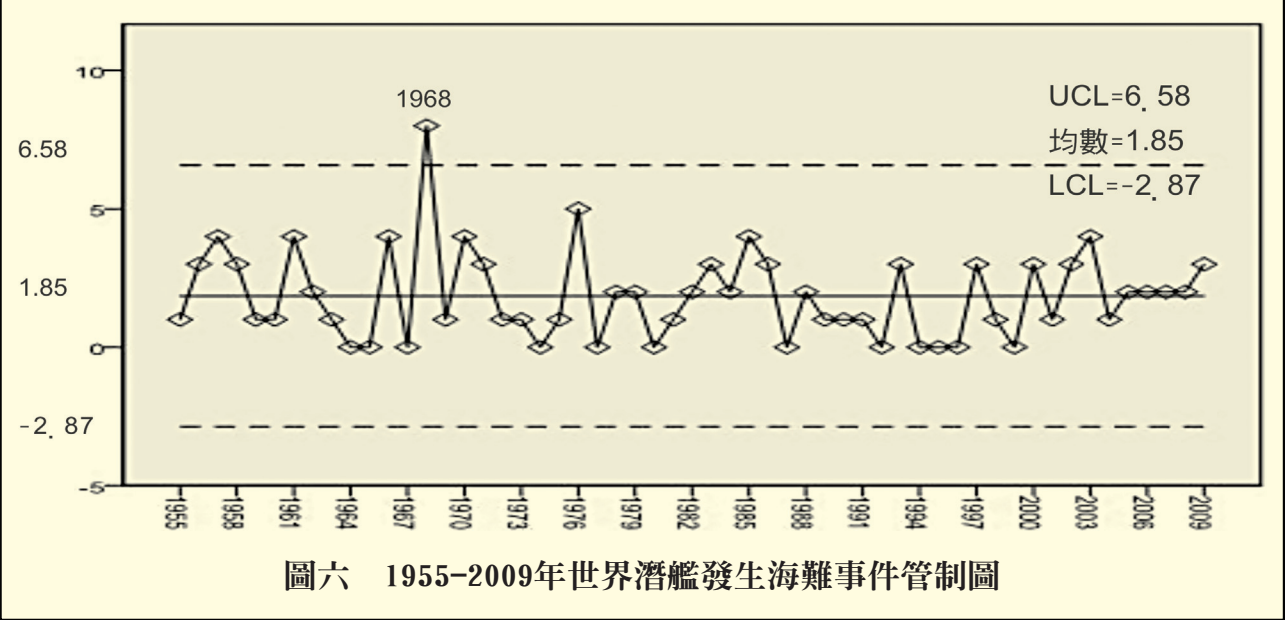
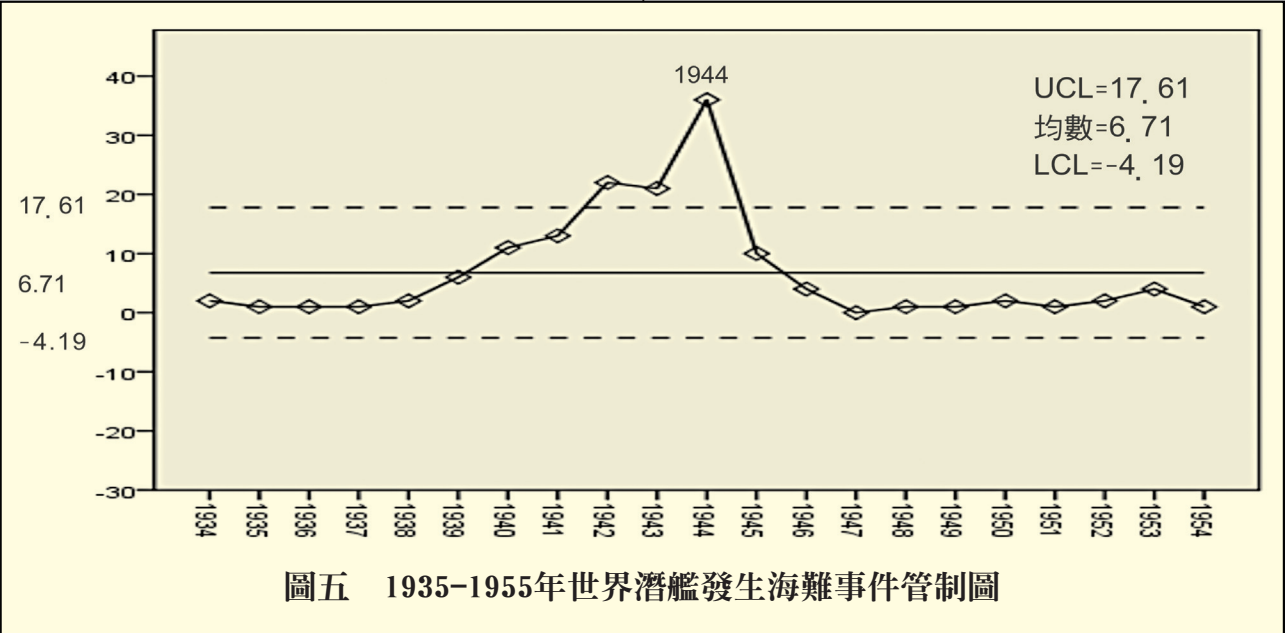
圖三 1900-2009年世界潛艦發生海難事件管制圖



圖四 1907-1927年世界潛艦發生海難事件管制圖

- (九)1945年8月9日，美國在長崎投下原子彈，造成95845人死亡。
- (十)1945年8月15日，日本無條件投降。
- (十一)1945年9月2日，日本在停泊於東京灣的密蘇里號軍艦上，簽署「日本投降書」，第二次世界大戰結束。

由圖五觀察到潛艦發生海難事件，自1939年起有明顯上升的趨勢，在圖五中，呈現另兩個異常點1942年及1943年，潛艦海難事件在1944年到達最高後，自1945年起呈現降低的趨勢，與第二次世界大戰的起迄期間(1939-1945年)呈現正相關趨勢。



潛艦海難原因之研究

將1955年至2009年間，兩次世界大戰戰後迄今，潛艦發生海難事件的次數，做管制圖分析，在1968年出現異常點如圖六所示。

Drew Middleton(1981)指出1960-1965年是海洋學和深海工程的先驅時期，經探勘而發現了石油和其他礦物資源後，鼓舞了更多的國家，對海底作進一步的探測。再依本研究分析，1968年的異常點與六〇年代中期，全世界對海下的研究與探測迅速的擴張具有相關性，六〇年代的中期，全世界對海面下的研究與探測，使得海底被通稱為「最後的疆域」(Last Frontier)。美國核子潛艦長尾鮫號(USS Thresher)於1963年沉沒，促使美國於1964年開始計畫建造能潛到2萬呎水深的潛艦，除作為潛艦救難之用，也具有海底研究的功能。

以上研究顯示，1917年及1944年潛艦海難事件發生的次數，出現異常點的原因，與兩次世界大戰中，潛艦人員訓練不足，以及身心壓力過大，呈現正相關；1968年潛艦海難事件發生的次數，出現異常點的原因，與1960年代中期以後，全世界對海下研究與探勘迅速的擴張，呈現正相關。

二、潛艦發生海難事件官方調查報告研析

本研究蒐集潛艦與水面船舶發生海難事件的官方報告計4案例，報告中對海難事件的發生經過，均有詳細的描述，案例數量雖然不多，但可提供潛艦人員借鏡。本研究以所蒐集的4個案例，進行分析研究，進而歸納出各案例海難事件發生的原因如下：

(一) 案例1：1989年美國潛艦USS HUS-

表三 案例1海難意外主要原因(潛艦部分)

項次	海難意外起因	責任區分
1	冰層下主動聲納故障，艦長未給予值更官在回到潛望鏡深度前所應遵守程序的特別指令。	艦長
2	值更官在疲憊狀況下接更。	值更官
3	潛艦值更官在回到潛望鏡深度時，未能目視或辨識拖船特有的航行燈號。	值更官
4	碰撞發生後輕率的實施上浮。	艦長

TON碰撞美國拖船 BARCONA海難事件。潛艦USS HUSTON在冰層下主動式聲納故障的狀況下，艦長未指示值更官因應的措施，值更官礙於潛艦儘量少使用主動聲納的原則，未請示艦長是否准予使用主動聲納，而僅使用被動聲納實施由150呎回升至60呎潛望鏡深度前的目標搜索。被動聲納無法偵測到拖纜及駁船，潛艦值更官在回到潛望鏡深度後，未能目視或辨識拖船特有的航行燈號，實施避碰轉向，導致潛艦碰撞拖船的拖纜並拖沉拖船意外原因歸納如表三所示。

(二) 案例2：1990年11月英國潛艦HMS TRENCHANT拖沉遠洋拖網漁船ANTARES海難事件。英國潛艦HMS TRENCHANT擔任潛艦見習艦長訓練及考核的任務，於完成某階段的任務後，見習艦長過於專心在執行值更職務的交接，未能掌握全般水面狀況，該時間潛艦約以6節的速率在60公尺的深度潛航。在被動聲納偵測到右舷有目標接近時，朝左轉向迴避，轉向不久即聽到艦殼有撞擊聲(此聲響係潛艦碰撞漁船ANTARES的拖纜所造成，之後潛艦朝左轉向因而拖沉ANTARES漁船)。潛艦於潛望鏡中目視到兩艘漁船在正常作業

表四 案例2海難意外主要原因(潛艦部分)			表五 案例3海難意外主要原因(潛艦部分)		
項次	海難意外起因	責任區分	項次	海難意外起因	責任區分
1	成功的完成操演後，部分值更人員的更動以及警覺心的降低。	值更官	1	潛艦上三組有人值更的雷達裝備都沒有顯示帆船的回跡，原因仍屬不明。	未定
2	在完成操演到碰撞發生的期間，TRENCHANT艦上的值更官員對聲納所顯示的水面接觸狀況，未能有一個清晰的判斷。	值更官	2	潛艦於碰撞發生2小時之後，才承認發生碰撞。	值更官
3	見習艦長太專心於交更給接更見習艦長的交接程序上，而疏於對全般狀況的掌握。	艦長	海岸，與美國及加拿大的海軍執行演習任務，於返回智利的出港航行中，因濃霧於18：47時實施低視界航行部署，航速8節，並按規定鳴霧號。21：26時能見度約100公尺，值更官目視左舷相關方位345有綠燈燈號，艏部位向另有一距離僅約20公尺未顯示桅燈的目標。值更官於目視該綠燈及20公尺的近距離目標後，下達左滿舵、停俾及全速退俾的命令，潛艦艦首雖向左移動，潛艦艦首右舷仍碰撞帆船船首右舷四分之一處，帆船沉沒。意外原因歸納如表五所示。 (四) 案例4：2001年2月9日美國潛艦Greenville與日本漁訓船 Ehime Maru發生碰撞。美國潛艦Greenville於夏威夷外海執行參訪任務，來賓計16人。因官廳座位有限，午餐分兩批實施，造成操演計畫時程落後，艦長為了能夠準時返港，未遵守標準作業程序操縱潛艦，並因艦長之人格特質，造成艦長與值更官之間的溝通不良、與聲納人員之間的目標資訊混淆。意外原因歸納如表六所示。 三、潛艦安全風險指標分析 本研究參考羅超提出的潛艦安全風險指標因素，將各指標因素之權重值彙整研析得出權重值較高的25％指標因素，計有11個指		
4	艦長沒有正確的研判在海面上所可能發生的危機。	艦長			
表六 案例4海難意外主原起因(潛艦部分)					
項次	海難意外起因	責任區分			
1	艦長未能適切的實施航向改變以求取目標解算，這是一項很嚴重的錯誤。	艦長			
2	聲納監督及射控值更提供艦長不完整以及錯誤的資訊。	聲納監督			
3	值更組疏於執行適宜的目標分析和確實遵守回到潛望鏡深度的正確程序。	艦長			
4	艦長與值更官，對所接觸的目標以及如何安全的完成航行的任務，未能密切的交換意見。	艦長			
5	參訪者不是海難意外發生的主因；然而，船員們，尤其是艦長，為了接待他們，對艦上的操作安全，是有負面影響的。	艦長			
中，潛艦於聽到撞擊聲之後43分鐘上浮，試圖連絡所目視的兩艘漁船，但無法通聯，潛艦將撞擊聲事件向基地報告後，繼續執行操演任務。意外原因歸納如表四所示。 (三) 案例3：1994年9月智利潛艦 THOMSON 與加拿大帆船 MOONGLOW於濃霧中碰撞。智利潛艦THOMSON第一次前往加拿大西部					

表七 潛艦安全風險指標因素權重值較高的25%項目		
項次	潛艦安全風險指標權重值較高的25%指標因素	權重值
1	技術與安全培訓制度的健全性	0.024588
2	艦上安全管理組織健全性	0.025055
3	對負予任務提供資料的齊備程度	0.030606
4	艇員對易燃易爆物熟悉程度	0.031832
5	艇員學識技術及身體健康	0.033582
6	艇員對操作規程熟悉程度	0.038748
7	水下潛艦活動頻率	0.0432
8	水面艦船活動頻率	0.0456
9	艦長對系統裝備熟知程度	0.078914
10	艦長心理素質及應對突發事件能力	0.083372
11	艦長控制管理風險的能力	0.152078
資料來源：作者彙整		
標因素。權重值較高的25%指標因素如表七所示，11項指標因素中，人為因素佔了9項，顯示了人為因素在潛艦發生海難事件上的重要程度。		
伍、結語與建議		
一、結語		
由本研究所蒐集的資料屬於潛艦於非接戰狀況下所發生的意外事件，據研究顯示，1917年及1944年潛艦海難事件發生的次數，出現異常點(Freak)的原因，與兩次世界大戰的時間期程有強烈的相關性，即使在非直接接戰的情況下，潛艦人員因訓練不足以及精神上的壓力，都會導致潛艦海難事件的增加；1968年潛艦海難事件發生的次數，出現異常點的原因，與1960年代中期以後，全世界對海下之研究與探測迅速的擴張呈現相關		

趨勢。

潛艦主要的操作環境是在海面下，影響航行安全的因素多於水面船舶，除海洋環境因素之外，潛艦的設計、艇員的學能以及團隊的契合度，對潛艦的安全都有直接的影響。由分析潛艦數量與海難事件發生的頻率，顯示海難事件發生的頻率與潛艦的數量並非正相關，潛艦在數量上的減少並不代表其意外亦將隨之減少。

研究得知潛艦發生意外主要的類型為碰撞、浸水及翻覆、失火及爆炸等，而人為因素則是發生意外的主要原因。故加強對潛艦人員之訓練，深切體認人是意外發生的主因，才能有效降低潛艦發生海難事件的悲劇。後續若能蒐集更多有關潛艦發生海難事件的資訊，利用本研究所建立的模式與分析方法，應可對潛艦海難事件發生之原因做更深入的探討。

二、建議

(一)加強考核潛艦指揮階層之素養，尤其艦長一職，除本職學能之外，應具有帶領團隊發揮組織功能之人格特質。對潛艦人員的訓練必須精實，並落實值更職責之要求。

(二)研究制定拖船於其所拖曳之駁船上，加裝聲音產生器之裝備，以利水下潛體利於偵蒐，採取避讓之措施。另如潛艦於執行參訪任務期間，對來賓的接待必須做慎密的規劃，避免干擾潛艦上的常態操作。

(三)各海洋國家對民間使用水下潛體，進行海面以下的活動及研究，應協議訂定通報制度。對可能之潛艦高密度活動海域，應達成類似航空界「航空識別區」的特定協議

，以避免水下碰撞意外之發生。

(四)擁有潛艦之國家，應建立適當平台，交換有關潛艦發生海難事件的資訊，以共同提升潛艦之航行安全。

<參考文獻>

一、黃仁邦，「臺灣地區海事特性分析與海上交通事故模式之建立」，國立交通大學交通運輸工程研究所，碩士論文，1991年。

二、黃凱盟，「海上從業人員安全教育重要性之研究」，臺灣海洋大學通訊與導航工程系，碩士論文，2005年。

三、吳展嘉，「海難事故碰撞事件中人為因素分析之研究-應用層級分析法-」，國立台灣海洋大學通訊與導航工程系，碩士論文，2006年。

四、張慈民，「船舶碰撞責任與保險理賠之研究」，高雄海洋科技大學航運管理研究所，碩士論文，2008年。

五、李德哈特著，林光餘譯，「第一次世界大戰戰史」，麥田出版有限公司，臺北，2000年。

六、程浩，「海上交通安全中船舶避碰決策技術研究」，大連海事大學信息與通信工程研究所，碩士論文，2009年。

七、羅超，「潛艦安全風險評估方法研究」，天津大學建築工程學院船舶與海洋結構物設計製造研究所，碩士論文，2007年。

八、德露·彌得同著，錢懷源譯，「潛水艦之過去、現在與未來」，黎明文化事業公司，台北，1981年。

九、朱貴生等著，「第二次世界大戰史」，聯經出版社，臺北，1995年。

十、狄奧多·洛克威爾著，黃廣山譯，「核能潛艦之父李高佛」，麥田出版有限公司，台北，1995年。

十一、A.P.Teixeira, “Risk assessment in maritime transportation”, Reliability Engineering and system Safety, (74), Technical University of Lisbon, pp.299-309, 2001.

十二、Faulkner D. , “Shipping Safety”, Ingenia, 2003.

十三、Edwyn Gray, “Few Survived”, Lee Cooper, London, 1996.

十四、Ole Reistad et al., “Operational and accident survey of Russian nuclear submarines for risk assessments using statistical models for reliability growth” Annals of Nuclear Energy 35 (2008), pp. 2126-2135, Amsterdam, 2008.

十五、Christopher Tingle, “Submarine Accidents A 60-year statistical assessment”, Journal of the American Society of Safety Engineer, Professional Safety, pp. 31-39, Sept. 2009

十六、National Transportation Safety Board, Marine Accident Report: Sinking of the U.S. Tug Barcona By the U.S. Navy Nuclear Attack Submarine USS HOUSTON (SNN 713)

十七、Marine Accident Investigation Branch, Report of the Chief Inspector of Marine Accidents into the

潛艦海難原因之研究

collision between the Fishing Vessel ANTARES and HMS TRENCHANT, London, 1992.

十八、The Transportation Safety Board of Canada, Collision Between the Canadian Sailing Vessel "MOONGLOW" and the Chilean Submarine "THOMSON" Off Sheringham Point, Juan de Fuca Strait British Columbia, Quebec, 1994.

十九、National Transportation

Safety Board, Marine Accident Brief : Accident No. : DCA-01-MM-022, Washington, 2005。轉載自《航海技術季刊》(2011年No. 2, 頁29-44)



作者簡介：

孫清堅先生，海軍官校66年班，三軍大學海軍指揮參謀學院81年班，現就讀於國立高雄海洋科技大學。
蘇東濤先生，國立台灣海洋大學海資院環漁所博士，現服務於國立高雄海洋科技大學航運技術系副教授。

老軍艦的故事

萬安軍艦 AP-523

萬安軍艦為交通船。民國66年基於外島人員物資運補需求，由後勤司令部負責該艦建造事宜，民國66年6月30日由海軍後勤司令部司令劉玉光中將代表與中國造船公司簽約，民國67年5月5日安放龍骨，同年7月22日由總司令鄒堅上將主持下水典禮，民國68年1月17日舉行海上測試，民國1月26日由副總



司令林螫生中將主持命名成軍典禮，命名為萬安軍艦。編號為AP-523 號。成軍後隸屬勤務艦隊，負責外島人員物資運補任務。

該艦因海損嚴重，於民國87年1月16日除役。(取材自老軍艦的故事)