

漫談潛艦集體逃生艙之設計概念

海軍上校 陳昌宗、海軍中校 曾常章

提 要：

- 一、2000年俄羅斯潛艦「庫斯克號」失事沉沒悲劇，給各國海軍上了嚴肅的一課；2009年美國海軍以不同以往救援的觀點，研究提出「水面救援艙」設計構想，打破過去多數採取救援載具被動救援的方式，改以將主動逃生措施直接納入造艦設計，此即建構水下「集體逃生艙」概念，亦符合「人道救援」的理念。
- 二、在研討提升我潛艦性能之同時，對於潛艦救難中有關水下救援能力中，尚需考慮救(待)援的「集體逃生艙」之設計，同時也要強化個人的逃生訓練，俾能在危急的狀況下，藉由艦內逃生艙保持的常壓狀態，得以重返水面待援，不僅爭取人員存活時間及救援成功機率，也凸顯「集體逃生艙」成為水下救援之新契機。
- 三、「工欲善其事，必先利其器」。現值海軍「潛艦國造」之際，若能儘早將水下「集體逃生艙」納入建置，使其成為當下最具效益且安全有效率的逃生方式，如遇潛艦危機發生，不僅能快速反應，且在第一時間就能完成大量人員逃生、減少傷亡，此無疑能保障官兵安全，也能成為發揮戰力的優質潛艦。

關鍵詞：集體逃生艙、逃生服、加壓逃生塔系統、潛艦救援系統、水面救援艙

壹、前言

近幾年來，「潛艦國造」的議題常是國人關注的重點，預劃2024年第一艘約2,500噸原型艦將可下水¹，此無疑是一令人振奮之消息；然潛艦畢竟不同於水面艦艇，一旦發生危險，其救難工作牽涉甚廣且複雜，並非僅由少數潛水人員、單位或載具即可完成

。目前本軍潛艦救難主要係配合美方「潛艦救難潛水再加壓系統」(Submarine Rescue and Diving Re-compression System, SRDRS, 以下簡稱「潛水再加壓系統」)²，但救援時間稍嫌冗長；如若能將「集體逃生艙」設計於潛艦內部，在危急的狀況下，藉由逃生艙立即逃生返回水面，將能大幅節省救援時間，提升人員存活率。儘管「潛艦救

註1：〈潛艦國造進展順利下水工期不變〉，《青年日報》，2019年11月10日，<https://www.ydn.com.tw/News/359669>，檢索日期：2021年1月17日。

註2：潛艦救難潛水再加壓系統(SRDRS)為一模組化系統可機動裝載於救難艦，其包含水下評估工作系統、水面減壓系統、加壓救援模組系統及任務支援裝備系統等四大系統，為美軍現行執行潛艦救難任務所使用集體救援載具。

表一：歷年潛艦重大事故統計表

日期	國家	事故概要
1963. 4	美國	「長尾鯊號」(Thresher, SSN-593)於大西洋新英格蘭外海，因機艙泛水接頭與管路卡死造成電線短路，最終喪失動力而沉沒，艦上129員全部喪生。
1968. 5	蘇聯	November級K-29號於大西洋巴倫支海域因核子反應裝備故障，27員官兵暴露在高輻射環境下，最後不幸罹難。
1968. 5	美國	「天蠍號」(Scorpion, SSN589)於大西洋亞速爾群島西南外海誤啟動電瓶爆炸，使艦身沉沒於約3,300公尺深海底，艦上99員全部喪生。
1970. 4	蘇聯	November級K-8號於大西洋海域因艦艙失火無法控制，海水進入後段艙間後沉沒於約4,680公尺深海底，艦上52員官兵喪生。
1983. 6	蘇聯	Charlie級K-429號於太平洋堪察加半島離岸4.5哩，因通風閘未關閉，導致沉沒於50公尺，104員官兵從魚雷艙及逃生艙逃生，仍有14員官兵罹難。
1985. 7	印度	209型1,500噸傳統柴電潛艦發生海難沉於印度洋海床上，全數官兵透過潛艦內部配置之集體逃生艙成功逃生獲救。
1989. 4	蘇聯	「共青團員號」(Komsomolets, K-278)於挪威海熊島附近海域，因電路短路著火沉沒，42員官兵罹難；逃生69員中有34員因裝備不足而罹難。
2000. 8	俄羅斯	「庫斯克號」(Kursk, K-141)於大西洋巴倫支海域演習時魚雷艙爆炸，下沉撞至海床，造成泛水(含逃生艙)，因俄羅斯當局延誤救援，全艦118員喪生。
2003. 5	中共	北海艦隊編號361明級(035型)傳統動力潛艦在渤海海域失事，艦上70員官兵全數罹難。
2008. 11	俄羅斯	Akula級K-152號於日本海進行航行試驗，突然發生火災事故，總計造成20員死亡，21員中毒，38員不同程度受傷。
2018. 11	阿根廷	聖胡安號(ARA San Juan, S-42)於南大西洋因蓄電池進水，造成潛艦電路短路而發生了爆炸，造成44員死亡。
2019. 7	俄羅斯	AS-12級核動力潛艇於大西洋巴倫支海域，發生嚴重失火意外，至少14員因吸入毒氣死亡。

資料來源：參考翟文中，〈從庫斯克號沉沒談美俄核子潛艦意外事故〉，《海軍學術月刊》，第35卷，第3期，2001年3月1日，頁57；梁卓中、吳炳文、沈士鈞，〈潛艦救難系統之探討〉，《海軍學術月刊》，第37卷，第7期，2003年7月1日，頁86；潛行，〈全球救援潛艇大搜密〉，《全球防衛雜誌》，第256期，2006年2月，頁72-73，由作者整理製表。

難」危機情境並未於我軍發生；但依「莫非定律」(Murphy's Law)：「凡是可能出錯的事，必定會出錯」³。因此，海軍必須正視這一議題，畢竟現有的4艘柴電潛艦(茄比級與劍龍級各2艘)，分別於1973年及1987年自美國與荷蘭接收⁴，服役均超過30年以上；國人斷無法容許任何一次「潛下去，上不來」的慘痛事故驟然發生。因此，「潛艦救援」規劃，確有必要提早因應準備。

本文藉探討各國潛艦「集體逃生艙」設計概念，及現行救援期間過長等問題，期能做為「潛艦國造」有關逃生及救援設計具體方向之參考。畢竟在維護水下戰力安全前提下，除了要讓所投入的軍事投資成本得到最大效益及戰力；另一方面，潛艦官兵都是國軍長期努力培育的專業人才、海軍艦隊的重要資產，維護其在潛艦上的安全，亦為任務遂行期間「重中之重」的工作，必須予以重

註3：〈莫非定律〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%91%A9%E8%8F%B2%E5%AE%9A%E7%90%86>，檢索日期：2021年1月17日。

註4：〈中華民國潛艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%AD%E8%8F%AF%E6%B0%91%E5%9C%8B%E6%BD%9B%E8%89%A6>，檢索日期：2021年1月17日。



圖一：潛艦重大事故案例概略位置圖

資料來源：由作者整理繪製。

視，這也是撰寫本文主要目的。

貳、潛艦事故與逃生救援技術演進

潛艦事故發生後，如何立即反應救援一直是各國潛艦部隊所面臨的共同風險，它不單需要受重視，還要不斷納入實際演練，方能防杜憾事發生。由於戰鬥傷損、觸礁、擱淺、碰撞、設備故障或人為操作失誤等，都將造成潛艦後續衍生出火災、爆炸、進水及沉沒等危急事件發生，而潛艦重大事故均嚴重影響重要裝備妥善、無價的人命傷損及國家聲譽(歷年重大事故統計，如表一)。尤其，在這種緊急救援時刻下，如仍冀望或等待各國協助救援逃生，實乃「緩不濟急」，基於提高人員安全逃生及存活指數，水下「集體逃生艙」設計確有其重要及急迫性。以下就重大潛艦事故及逃生救援技術演進，分段

說明如後：

一、潛艦重大事故案例(概略位置，如圖一)

(一)1963年4月10日美國「長尾鯊號」(Thresher, SSN-593)因機艙中海水管路故障，造成電線短路，最終喪失動力，沉沒於大西洋新英格蘭(New England)外海約2,400公尺深的海底，官兵129員全數罹難，這是自「二次大戰」後美國海軍潛艦官兵犧牲之最；當時該潛艦因無配置「集體逃生艙」，依當時狀況而言，如僅因單純的動力喪失，「集體逃生艙」應可立即發揮作用，就不會造成無法彌補的憾事發生。

(二)2000年8月12日俄羅斯「庫斯克號」(Kursk, K-141)因魚雷艙爆炸造成進水，沉沒在大西洋巴倫支海域(Barents Sea)約108公尺深的海底，造成118員官兵全數罹難



⁵；檢視當時「庫斯克號」雖配置「集體逃生艙」，但因船艙進水，人員集中在與外部深海救援載具結合的逃生艙間，因此並未善用集體逃生艙實施逃生，導致本案成為人員因艙間缺氧而死亡的重大災難。

(三)1983年6月蘇聯「查理級」核潛艦(Charlie, K-429)因通風閥未關閉，導致大量進水沉沒於太平洋堪察加半島(Kamchatka)外海(水深約50公尺)，104員官兵陸續從艙艙魚雷艙及逃生艙撤離，致全艦僅有14員官兵罹難；另1985年7月10日印度209型1,500噸傳統柴電潛艦配置之球形逃生艙，雖發生海事沉於印度洋海床上，然全數官兵卻透過「集體逃生艙」脫離獲救。此二案例

是潛艦重大災難中，唯二屬於逃生艙實際運用成功之案例⁶。

綜合言之，潛艦自問世以來，截至20世紀90年代，國際間在非作戰情況下失事的潛艦將近300艘，其中八成五潛艦沉沒於海底；而沉沒的潛艦在發生事故的深度中，超過七成以上是可執行人員逃生作業⁷。再從數據觀察，潛艦事故並非絕對致命、不可收拾，只要事先採取預防措施，即使狀況嚴重仍有挽救機會。而各國潛艦重大事故，亦警惕著我們要記取教訓，尤其在我國「潛艦國造」之初，就能將水下「集體逃生艙」納入設計，以確保潛艦遇險時，人員能立即主動逃生。

註5：〈近代潛艦意外一覽〉，大紀元，2005年8月6日，<http://www.epochtimes.com/b5/5/8/6/n1009971.htm>，檢索日期：2021年1月17日。

註6：新武器、新系統、新裝備，〈IKL潛艇逃生艙〉，《全球防衛雜誌軍事家》，第33期，1987年，頁115-117。

註7：張元盛，〈集體救生球技術研究〉，《武漢：華中科技大學研究所碩士論文》，2006年1月，頁2。

表二：1900年來潛艦失事區域比率與活動區域救援方式一覽表

海水區域	失事區域比率	深度	救援(逃生)方式
淺水區	75%	不超過200公尺	1. 單人及集體自救逃生 2. 水下載具集體救援
次深水區	25%	200公尺至600公尺	水下載具集體救援
深水區		超過600公尺以上	水下載具集體救援

資料來源：參考張志明、薛晶，〈國外援潛救生系統現狀及發展趨勢〉，《船舶SHIP&BOAT》，第3期，2005年6月，頁1，由作者整理製表。

表三：人員逃生及集體救援模式一覽表

模式	方式	最大作業深度
個人逃生	減壓逃生法	60公尺(實際成功)
個人逃生	自由上浮法	68公尺(實際成功)
個人逃生	快速上浮逃生法(使用MK 10或MK 11逃生服)	183公尺(實際成功)
個人逃生	潛艦加壓逃生塔系統(HABETaS)	250公尺
集體逃生	逃生艙上浮法	未證實
集體逃生	壓載水櫃緊急排水法	未證實
集體救援	McCann型救難潛水鐘	260公尺(美國)
集體救援	潛艦救難潛水再加壓系統(SRDRS)	610公尺(美國)
集體救援	水下救援載具	900公尺(日本)

資料來源：參考陳昌宗，〈潛艦人員逃生及救援技術發展〉，《海洋及水下科技季刊》，第25卷，第2期，2015年7月，頁54-56，由作者整理製表。

二、逃生及救援技術的演進

(一)當潛艦成為主要水下戰力同時，潛艦事故的逃生與救援技術的議題就需被重視，「逃生」(Escape)與「救援」(Rescue)是一體兩面的概念，但其主動性不同。「逃生」係指潛艦人員主動利用艦上救生裝備自我逃生，「救援」係指當潛艦發生事故時，潛艦人員在氧氣源足夠及食物充足下，被動等待外界救援(逃生及救援技術演進，如圖二)。潛艦在海底環境下，依深度大致區分為三區域，水面至水下約200公尺為「淺水區」；200公尺至現今潛艦下潛深度極限約600公尺為「次深水區」⁸，大於此深度極限則稱

為「深水區」⁹。潛艦若於深水區失事，耐壓能力終難與海水壓力抗衡而解體，此時展開潛艦水下救援行動多已「無濟於事」。且自1900年以來潛艦失事區域比率，淺水區為百分之七十五，餘次深水區及深水區則為百分之二十五(如表二)。

(二)除了深度區分外，國際間多以救援模式做區分，包含人員自主逃生(包含個人及集體)與外界集體救援兩大範圍(如表三)，其技術與設備有極大差異。在既有救援科技裝備的研改精進，以及德國「潛艦加壓逃生塔系統」(簡稱HABETaS®)的研發¹⁰，使人員逃生深度上有了更有效的突破(由60公尺

註8：劉明靜，〈集體逃生艙總體性能研究〉。《武漢：武漢理工大學碩士論文》，2006年4月，頁1。

註9：何思遠、李曉嘯，〈世界各國援潛救生裝備概述〉，《海軍醫學雜誌》，第35卷，第3期，2014年5月，頁247-249。

註10：“HABETaS® Rescue from great depths,” thyssenkrupp-marinesystems.com, <https://www.thyssenkrupp-marinesystems.com/en/rescue-system-habetasr.html>，檢索日期：2020年12月5日。



圖三：MK-10(圖左)及MK-11(圖右)逃生服

資料來源：參考“Submarine Escape Immersion Equipment,” WIKIPEDIA, https://en.wikipedia.org/wiki/Submarine_Escape_Immersion_Equipment，檢索日期：2020年12月5日；“SEIE MK-11,” Survitec Group, <http://survitecgroup.com/products/seie-mk11>，檢索日期：2020年12月5日。

到250公尺)。為節省眾多限制條件造成救援時間延宕，思考方向從被動的水下載具集體救援作為，逐漸改以建置具有主動集體逃生功能的逃生艙。

(三)國際上，一般處理潛艦事故救援常尋求「國際潛艦逃生與救援聯絡辦公室」(International Submarine Escape and Rescue Liaison Office, 以下簡稱ISMERLO)¹¹的支援，透過整合國際間具備救援能力之國家，實施安全性較高的水下載具集體救援。然等待外界集體救援可能因存有限制條件而無法執行，例如失事潛艦無法與救援單位構聯，致難以定位救援；如潛艦內部生存物資如食物、醫療、空氣等不足，或艙內如一氧化碳、二氧化碳等有毒氣體產生；又如船艙進水、遭破壞或失壓；或如失事深度已

達到崩潰深度(Collapse Depth)¹²；或開始第一次救援所需時間(Time to First Rescue, 簡稱TTFR)過長¹³；救援載具運送及艙裝港口未妥善規劃；或ISMERLO國際救援警報未即時通聯；又如受氣候影響，海象已超出救援載具釋放限制；或失事潛艦救援艙口結合處已超出傾斜角度限制；又如潛艦官兵因缺乏訓練，導致心理因素未建立為等待救援模式等原因。然基於人道救援考量中，潛艦「人員逃生」實屬潛艦救援行動中重要一環，若將「集體逃生艙」納入潛艦設計考量，以「人員逃生」為主要選項，可彌補等待載具集體救援限制，並增加潛艦救援行動成功的可能性。

參、潛艦逃生設備運用概況

註11：國際潛艦逃生與救援聯絡辦公室(ISMERLO)是國際具備潛艦救援能力組織，成員有美國、澳大利亞、巴西、中共、印度、義大利、日本、英國、法國、挪威、南韓、俄羅斯、新加坡、西班牙、瑞典、土耳其等16國家。

註12：崩潰深度指目前大多數潛艦最大下潛深度約600公尺，一旦到達此深度時潛艦的耐壓艦體(壓力殼)可能在短時間被海水壓力壓毀而解體，該深度的救援已較無執行意義。

註13：「第一次救援時間」(TTFR)係從確認潛艦事故發生，ISMERLO通知具備潛艦救援單位至失事地點實施第一波次人員救援所需時間；從潛艦確定失事發布警報、搜尋目標、救援裝備裝載並運輸至失事目標區預估需72小時；到達後，評估現場救援方式、潛艦坐底現況、艙口蓋是否可結合救援載具及救援裝備整備等預估仍需24小時才開始實施救援；故一般稱TTFR約96小時。



圖四：潛艦加壓逃生塔系統

資料來源：參考“HABETaS® The new generation submarine escape system,” Advanced Marine Innovation Technology Subsea Ltd, <https://www.thyssenkrupp-marinesystems.com/en/rescue-system-habetasr.html>，檢索日期：2020年12月6日。

2009年美國研究提出「新式戰略核子潛艦水面救援艙設計構想」，其內容指出各國現有救援系統均難以達到迅速、立即反應的救援目的，若採「集體逃生上浮」方式，則能由潛艦官兵主動採取集體快速逃生，增加獲救機會。一般「人員逃生」又可區分為「單人」與「集體」自救逃生等方式，有關裝備介紹如下：

一、單人自救逃生裝備

以往所採取之單人減壓逃生、自由上浮、快速上浮逃生等方式¹⁴，目前由快速上浮逃生裝備—「MK-11」逃生服所取代，並結合「潛艦加壓逃生塔系統」進行自救逃生。

(一) 單人逃生服 (Submarine Person Escape Suit, SPES)

1. 自1952年起，英國陸續研製潛艦逃生服，並處於創新領先的地位。自1994年來已

有20多個國家，超過3萬套潛艦逃生服投入使用¹⁵；其中，單人逃生服 (SPES) 和潛艦逃生浸沒設備 (Submarine Escape Immersion Equipment, SEIE) 是最廣受各國採用的款式。現今具代表性的快速上浮逃生裝備，當屬英國MK-10與MK-11 (如圖三)，已有22國海軍使用¹⁶，這是世界上第一套由潛艦逃生服和個人單座救生筏所組成，專為「潛艦加壓逃生塔系統」設計，以提高逃生者於水面的存活率¹⁷。

2. 快速上浮法是英國海軍研究發展而來，美國及歐洲各國均廣泛運用，此為最具保護性的單人逃生方法，潛艦官兵穿著快速上浮逃生裝備，進入加壓逃生塔後加壓逃生。此方式的理論範圍應在深度228公尺內，而1970年英國海軍則實際完成在183公尺深度的快速上浮¹⁸。

註14：何思遠、李曉嘯，〈世界各國援潛救生裝備概述〉，《海軍醫學雜誌》，2014年5月，第35卷，第3期，頁247-249。

註15：Markus Bolay, Belinda Kremin, Andreas Malletschek, “OPERATIONAL IMPROVEMENTS OF SURVITEC SUBMARINE ESCAPE AND IMMERSION EQUIPMENT,” SUBCON 2015, p.142。

註16：顧靖華、曾廣會、楊健，〈外軍潛艦脫險救生技術概況及發展趨勢〉，《艦船科學技術》，第27卷，第3期，2005年6月，頁93-96。

註17：“SEIE MK-11,” Survitec Group, <http://survitecgroup.com/products/seie-mk11>，檢索日期：2020年12月5日。

註18：郭麗、管琤、彭元亭，〈潛艦救生技術和裝備綜述〉，《船電技術》，第3期，2005年，頁7-8。

(二) 潛艦加壓逃生塔系統 (HABETaS®)

1. 德國蒂森克虜伯海事系統公司(ThyssenKrupp Marine Systems)是目前全球最大的傳統潛艦製造和出口商¹⁹，該公司研製新型的「HABETaS®」，也提升「快速上浮」的單人逃生作業(如圖四)²⁰。系統不需第三者外援，主要由進水控制閥、加壓控制閥、自動排氣(洩壓)閥及單人或潛艦逃生服(Person Escape Suit或Submarine Personal Escape Suit，簡稱SPES-10)共同構成²¹，艇員著逃生服進入逃生塔內並關閉艙蓋，逃生服與艦內充氣閥相連接，透過進水控制閥導入海水，當艙內水位到達一定高度時，關閉自動排氣閥，開啟加壓閥使艙內壓力與外部海水壓力平衡，此時人員開啟外艙蓋並將逃生服上的充氣軟管解離，正浮力將助使人員快速浮升至水面。人員逃離後，由艦內控制將外艙蓋關閉，開啟洩水閥排出艙內海水，重複執行下一循環²²。

2. 當採用「潛艦加壓逃生塔系統」逃生後，最大逃生深度幾乎翻了一倍，人數也大幅度增加。而荷蘭皇家海軍也簽署了8套逃生系統的交付合約，安裝於「海象級」(Walrus Class)潛艦，並在2014年已經完成

裝配及操作維護訓練²³。該系統可應用在目前任何的潛艦上，並具有以下優勢：

(1) 可於水下位置完成單人或小組逃生。系統分析顯示，人員從約250公尺深度實施逃生是可能的²⁴；而在無人的潛艦逃生模擬器測試部分，模擬逃生深度則超過550公尺以上²⁵。

(2) 逃生者消耗最少的氧氣量，使逃生人數提高；系統除壓縮空氣外，不需經電力驅動。

(3) 迅速建立最大上浮力，完成加壓後可花費最少的時間上升至水面。

(4) 注入海水後加壓時間可節約百分之三十五，在內外部壓力平衡後，人員即可出艙逃生²⁶。

二、集體自救逃生裝備

潛艦救難行動除了受限於救難載具型式外，泰半在漫長和無效率的救援過程中喪失先機，亦即透過「國際潛艦逃生與救援聯絡辦公室」(ISMERLO)發布警示到等待國際救援，其過程耗費多時，若艦體已產生有毒氣體、進水或者待救官兵信心程度已不足等待救援時，透過「集體逃生艙」或壓載水櫃緊急排水方式實施主動集體逃生，成為另一生

註19：〈蒂森·克虜伯海事系統公司〉，維基百科，<http://www.twiki.com/wiki/%E8%92%82%E6%A3%AE%C2%B7%E5%85%8B%E8%99%9C%E4%BC%AF%E6%B5%B7%E4%BA%8B%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E5%85%AC%E5%8F%B8>，檢索日期：2021年1月18日。

註20：同註10。

註21：孟曉宇、田琬，〈國外援潛救生裝備系統發展現狀〉，《艦船科學技術》，第34卷，第10期，2012年10月，頁137-143。

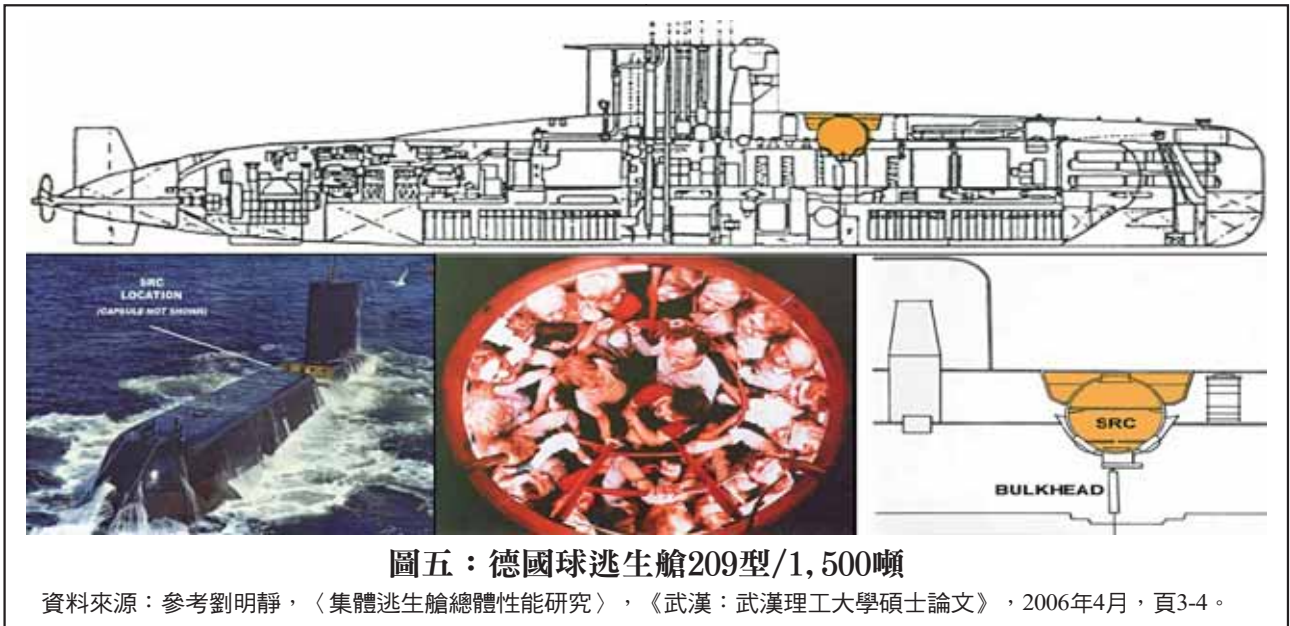
註22：同註21。

註23：陳皓，〈荷蘭皇家海軍潛艇升級新型HABETaS逃生系統〉，國防科技網，2009年6月11日，<https://www.81tech.com/news/shijiechuanbogongye/118594.html>，檢索日期：2021年1月18日。

註24：同註10。

註25：“HABETaS® The new generation submarine escape system,” Advanced Marine Innovation Technology Subsea Ltd, <https://www.thyssenkrupp-marinesystems.com/en/rescue-system-habetasr.html>，檢索日期：2020年12月7日。

註26：同註21。



圖五：德國球逃生艙209型/1,500噸

資料來源：參考劉明靜，〈集體逃生艙總體性能研究〉，《武漢：武漢理工大學碩士論文》，2006年4月，頁3-4。

存獲救契機。國際間普遍的潛艦集體逃生裝備介紹如後：

(一) 德國集體逃生裝備

1. 球形逃生艙 (Submarine Rescue Sphere, SRS)：

(1) 此一德國發展的技術，不需等待外部救援，逃生艙建置於指揮室前方耐壓艙間，將容納全體船員的逃生艙嵌裝在潛艦壓力殼半球形凹入處(如圖五)，此凹入處位於水密隔堵上，並跨越兩個水密艙間。逃生艙上浮後，人員可於逃生球艙內等待救援，逃生艙下端開口，完全配合其所跨越艙間之逃生孔，人員可從其所跨越之任一艙間進入球內。逃生艙與艦體之間，在下潛時借助海水壓力更加緊密，潛艦與逃生艙間設有釋放裝置，在逃生艙與潛艦壓力殼間開始充水，直到期間壓力與周邊壓力平衡時，即脫離潛艦而

上浮，「球形逃生艙」內為雙層座位並設置二氧化碳吸收器、氧氣供應系統、換氣用設備及通風系統等。

(2) 1985年德國「呂貝克工程設計所」(Ingenieurkontor Lubeck, IKL)為印度海軍4艘209型約1,500噸之潛艦建置有「球形逃生艙」，其中「西舒瑪級」(Shishumar Class)潛艦逃生艙能提供全部官兵逃生使用²⁷。艙體設計有直徑2.1公尺及2.6公尺兩種規格，分別可救援24及40員(如表四)，使用深度約300公尺²⁸，其維生系統可供呼吸9小時無需換氣，且換一次氣可維持8至14天。

(3) 逃生艙內提供6天緊急用食物及淡水，還有便於被搜救人員發現的求救工具，如拖曳纜繩、無線電通信機等，該逃生艙於操作測試時，展現了極佳防翻覆特性，浮出水面如同密封的載具，並可以4~5節的速率實

註27：〈德國209型常規潛艇〉，精品文學網，<http://www.bestory.com/novel/6/28845/19195.html>，檢索日期：2021年1月18日。

註28：同註7，頁7-8。

表四：逃生球艙體可載人員一覽表

艦 型	球艙直徑(M)	球艙體容積(M ³)	可載人員	每人平均空間積(M ³)
209型/1,500噸	2.1	4.85	24	0.20
212A型/1,500噸 214型/2,000噸	2.2	5.57	26	0.21
209型/1,400噸	2.3	6.37	30	0.21
Dolphin AIP型/2,000噸	2.4	7.23	33	0.21
209型/1,500噸	2.6	9.20	45	0.20

說明：可載人員以標準身高170公分，體重70公斤，坐高90公分，肩寬45公分，坐姿臀寬35公分為基準。
 資料來源：參考張元盛，〈集體救生球技術研究〉，《武漢：華中科技大學研究所碩士論文》，2006年10月，頁16，
 由作者整理製表。



圖六：潛艦救援系統 (RESUS) 配置圖

資料來源：參考“Submarine Recovery and Rescue Systems,” Orbital Propulsion Centre ArianeGroup, <http://www.space-propulsion.com/resus/index.html>，檢索日期：2020年12月15日，由作者整理製圖。

施拖曳²⁹。2020年蒂森克虜伯海事系統公司建造的209型/1,400噸，212A型，214型，Dolphin AIP型等潛艦內部均設計「SRS」，並有20多個國家進口，更顯現世界各國重視潛艦「人員逃生」重要性³⁰。

2. 潛艦救援系統 (Rescue Systems for Submarines, RESUS)：

(1) 德國「蘭帕茲豪森軌道推進中心」(Orbital Propulsion Centre, Lampoldshausen)發展「RESUS」已30多年，且是德國潛艦的集體逃生標準系統³¹，透過其推進系統可將潛艦從失事深度建立浮力，並快速上浮完成全艦主動集體逃生(如圖六)；其功能獨立於任何系統，因此不需艦上電力、機

註29：梁卓中、吳炳文、沈士鈞，〈潛艦救難系統之探討〉，《海軍學術月刊》，第37卷，第7期，2003年7月1日，頁90-91。
 註30：“Silent submarines-detection impossible,” Thyssenkrupp Marine Systems Ltd, <https://www.thyssenkrupp-marinesystems.com/en/overview-submarines.html>，檢索日期：2020年12月10日。
 註31：“Submarine Recovery and Rescue Systems,” Orbital Propulsion Centre ArianeGroup, <http://www.space-propulsion.com/resus/index.html>，檢索日期：2020年12月15日。



圖七：潛艦逃生艙(左圖塞拉級、右圖奧斯卡級)

資料來源：參考Joshua J.LaPenna, "Surfacing Rescue Container Concept Design for Trident Submarines: Rethinking Submarine Search and Rescue," *Naval Engineers Journal*, 2010, p.151；"Oscar Class Escape Pod," reddit, https://www.reddit.com/r/submarines/comments/6rzdb5/oscar_class_escape_pod/，檢索日期：2020年12月13日，由作者整理製圖。

械、液壓等啟動，經由中央控制及測試單元，可以設置手動或自動模式，並可以依需要時啟動。它利用氣體產生器儲存的推進劑化學能快速轉換產生增壓氣體，該氣體產生器可使用液體或固體推進劑³²，這取決於所需氣體的量、溫度及成分等，且其配置數量依潛艦排水量、實際潛艦深度及主壓載艙容積等考量而設置。

(2) 氣體產生器一般安裝在前、後主壓載艙內，系統啟動時會產生高壓氣體排除主壓載艙海水，使艦體迅速上浮，艦艏主壓載艙中的氣體產生器在浮出水面時使潛艦穩定。由於氣體產生器的高輸出壓力，可使潛艦從400公尺以上的深度上浮至水面，目前計有德國、希臘、印度、以色列、義大利、南韓、土耳其等國，包括206A型、209型/1,200噸、1,400噸、1,500噸、212型及214型潛艦使用，另亦可改裝供俄羅斯877型「基洛級」(Kilo Class)及971型「阿穆爾級

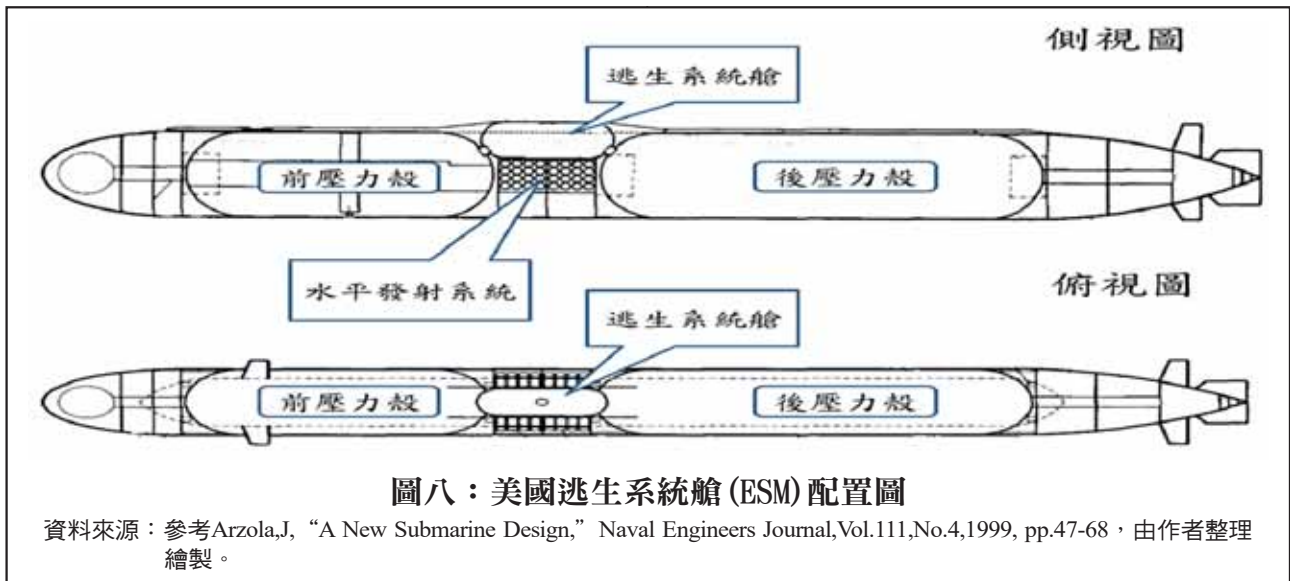
」(Amur Class)潛艦使用。

(二) 俄羅斯緊急逃生艙(Emergency Rescue Chamber, ERC)

1. 前蘇聯從1960年代開始研究「緊急逃生艙」³³，早期逃生艙有回收纜繩連結潛艦，可回收重複使用，並供2~20人逃生，裝置於潛艦內部的逃生艙結構，亦可提供水面艦吊放系統，在661型「帕帕級」(PAPA Class)、667A型「洋基級」(Yankee Class)及670型「查理級」(Charlie Class)等核潛艦上均裝置此逃生艙；另705型「阿爾法級」(Alfa Class)核潛艦裝置了類似德國逃生球的緊急逃生艙，建置於指揮塔內部供人員逃生使用，該型逃生艙直徑約2.4公尺，可容納30員，作用深度大於500公尺。逃生艙與潛艦壓力殼上的特殊平台對接，可由逃生艙內操作脫離潛艦完成集體逃生作業，如因海水壓力限制，於逃生艙下方設有緊急推進器，並可在失事潛艦傾斜60度內完成逃生艙

註32：“Hydrazine,” wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrazine>，檢索日期：2020年12月15日。液體氣體產生器是由聯氨hydrazine(N₂H₄)液態催化分解為熱氣體增壓劑；固體氣體產生器經由燃燒產生加壓氣體。

註33：同註8，頁5-6。



釋放脫離。

2. 俄羅斯後續研改705型艦逃生艙，除提升釋放裝置的安全性外，也提高逃生深度達1,500公尺，如945型「塞拉級」(Sierra Class)及949A型「奧斯卡級」(Oscar Class)核潛艦(如圖七)；另第四代885型「亞森級」(Yasen Class)核潛艦「北德文斯克號」(Severodvinsk)集體逃生艙於2014年測試完成，更可提供90人自主逃生³⁴。

(三) 美國逃生系統艙及水面救援艙

1. 逃生系統艙(Escape System Modulus, ESM)：

美軍於1963年因「長尾鯊號」(SSN-593)事件，遂發展「深海救難載具」(Deep Submergence Rescue Vehicle, DSRV)，囿因救援耗時且效率不佳，人員常因等待救援時間過長，導致存活率趨近於零，進而於

1999年提出「逃生系統艙」設計概念³⁵。美軍當時規劃逃生艙位於前、後二個圓柱壓力殼中間，並採串聯方式設計，艙體長3.2公尺，可救援85員(如圖八)。其崩潰深度壓力較主壓力殼大，前後壓力殼與逃生系統艙均使用圓形艙口蓋做為進出通道，並藉由高壓空氣、油壓、氣體產生器或爆炸器實施脫離，該艙上層具有浮力設計，確保逃生後到達水面，浮材結構可供平衡穩定作用，且配備緊急口糧及足夠設備待援使用。

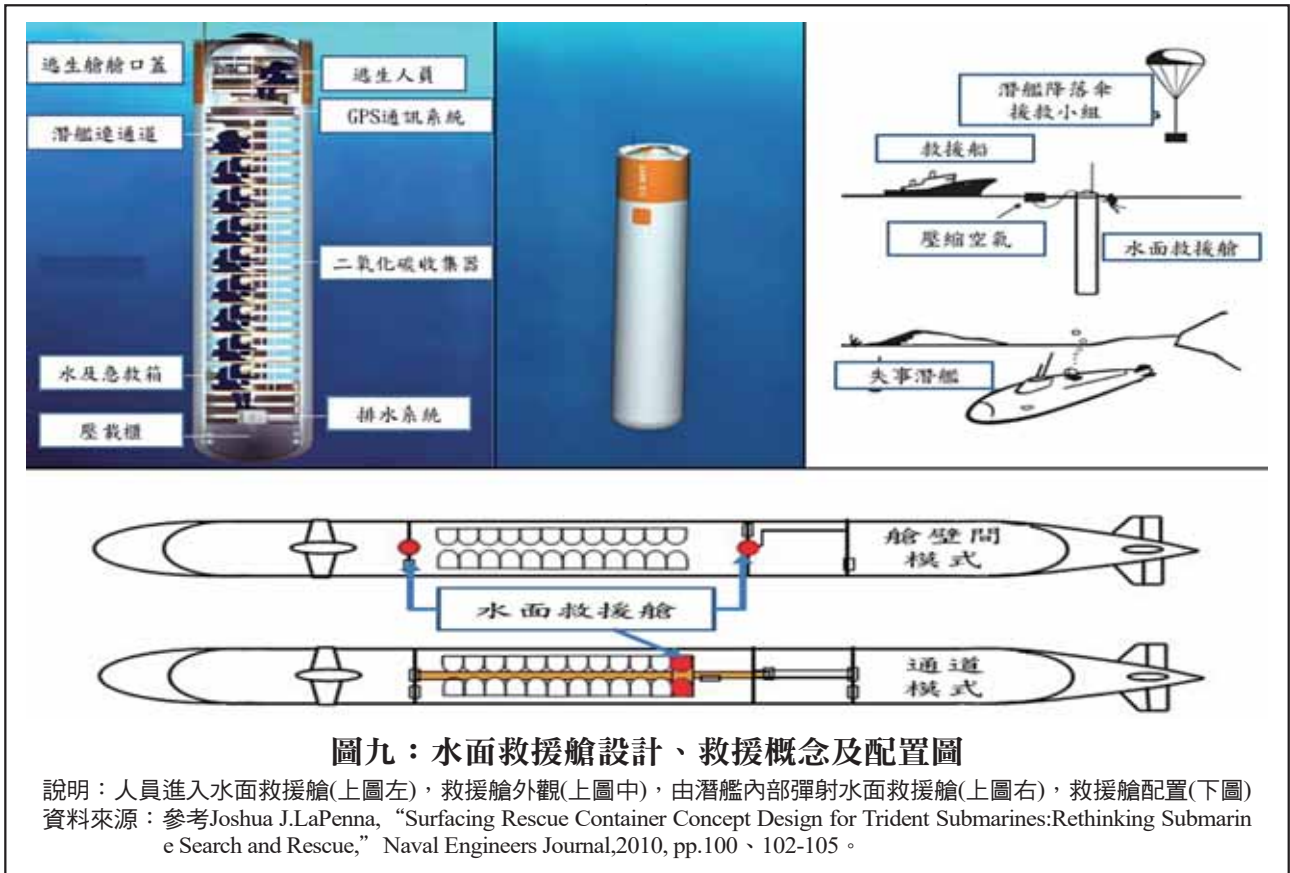
2. 水面救援艙(Surfacing Rescue Container, 簡稱SRC)：

(1) 2009年美方提出〈新式戰略核子潛艦水面救援艙設計概念〉(Surfacing Rescue Container Concept Design for Trident Submarines)³⁶，為了使內部空間最大化，「水面救援艙」的耐壓殼採圓柱細長型

註34：Thomas Nilsen, “Submariners test amazing rescue capsule,” Barents Observer, <https://barentsobserver.com/en/security/2014/11/submariners-test-amazing-rescue-capsule-12-11>，檢索日期：2020年12月13日。

註35：Arzola,J, “A New Submarine Design,” Naval Engineers Journal,Vol.111,No.4,1999,pp.47-68。

註36：Joshua J.LaPenna, “Surfacing Rescue Container Concept Design for Trident Submarines: Rethinking Submarine Search and Rescue,” Naval Engineers Journal,2010,pp.93-109。



設計，兩端為半球形，整體就像直立漂浮在水中的膠囊，這樣的漂浮方式具備較大的動態穩定，底端有固定壓載櫃，逃生艙出口設計在頂部，將該救援艙裝載於多重任務發射管(Multi-Mission Tube, MMT)，可運用英國皇家海軍現有「先鋒級」(Vanguard-Class)及美軍「俄亥俄級」(Ohio-Class)潛艦的潛射彈道飛彈發射管(Submarine-Launch Ballistic Missile Tube)，將「SRC」安置於該發射管，可支援的逃生深度大於潛艦崩潰深度，並配備逃生艙口蓋(如圖九)。

(2)「水面救援艙」裝配於多重任務發射管(MMT)內，並配置於艙壁間的艙室或中

央通道間，這種安排確保在任何人員傷亡情況下，均可使用且迅速進入救援艙，提升存活率。裝置於多重任務發射管的「SRC」，艙體近似三叉戟II型D-5飛彈彈體(Trident II D-5 missile)，長度13.41公尺，直徑2.11公尺，排水量43噸，水下浮力為3,516磅，崩潰深度為2,500英尺(約750公尺)，艙內具備操作及釋放系統、通訊導航系統、減壓系統與通風、氣體監測、排水系統及相關飲用水、食物等，可救援70人，並供基本維生3天；另亦可依潛艦人員編制及需求調整，提高維生天數。

(3)「水面救援艙」可以立即逃生，其設計深度超過潛艦最大下潛深度，可有效彌

補美海軍現有「潛水再加壓系統」不足部分。一旦潛艦失事，生存者進入救援艙並由潛艦內部釋放逃生，利用備具自身浮力到達水面等待救援；除可第一時間集體逃生、有效作用深度最大、安全性高，亦無需進行減壓，提高逃生者生存機率。救援艙與「潛水再加壓系統」使用上並不衝突，與潛艦救難的逃生及救援策略形成互補，均能提高救援能力。

肆、對美軍現有救援策略能力探討

美軍潛艦救難於1963年發展「深海救難備具」(DSRV)，2008年將裝備提升為較具安全且高效率的「潛水再加壓系統」(SRDRS)集體救援備具做為主要救援策略，並適時支援各國潛艦遇難的救援工作。鑑於我國當前是與美軍簽訂救援協定做為潛艦救難啟動機制；因此，海軍有必要針對美方現行潛艦救援作法及可能無法救援之區域加以探討³⁷，一方面提供海軍參考，並適時滾動式修正未來的潛艦救援策略，方能達到「未雨綢繆」之功效。探討分析如後：

一、現今美海軍潛艦救援策略

(一)2003年美軍定義「潛艦搜尋與救援」(Submarine search and Rescue, SAR)策略目標為：「搜救任務是在世界任何地方，將倖存者在可生存條件下從失事潛艦救援至水面」，目前主要有「個人逃生」(如自由上浮、斯坦克面罩【STEINK HOOD】³⁸及現役SEIE MK-10及MK-11個人逃生服)；「集體逃



圖十：美海軍潛艦救援策略 (SAR)

說明：*為現行美軍潛艦救援方式。

資料來源：參考Joshua J.LaPenna, "Surfacing Rescue Container Concept Design for Trident submarines: Rethinking Submarine Search and Rescue," Naval Engineers Journal, 2010, p.95, 由作者整理繪製。

生」(如分離艙【Separable Compartments, SC】、可重複使用救援裝置【Reusable Rescue Gear, RRG】、水面救援裝置【Surfacing Rescue Gear, SRG】及水面救援艙【SRC】)與「集體救援」(如「深海救難載具」DSRV、潛水鐘及SRDRS)系統等三種方式(如圖十)。

(二)現有潛艦救援策略係以「潛水再加壓系統」集體救援為主軸，使用個人逃生服逃生方式為備用方案，當前美國海軍在理想狀況下，緊急救援至潛艦失事目標區開始實施救援任務的第一次救援時間(TTFR)為96小時³⁹。

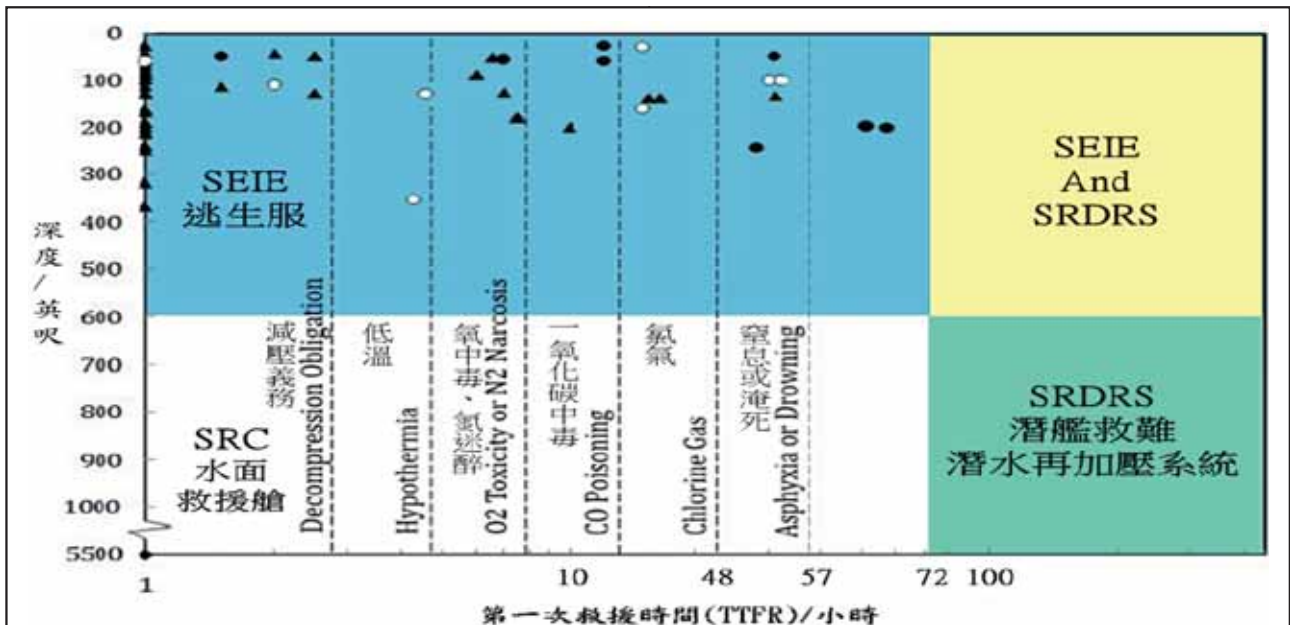
二、美軍潛艦救援策略及能力空窗區域

(一)從國際間歷次救援經驗歸納：「若艇員還有生存的希望，就必須儘速對失事潛艦啟動救援作業」；依美方分析，歷史上全部已知由潛艦逃生及救援所得的結論，其成

註37：同註36。

註38：“Steinke hood,” wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Steinke_hood，檢索日期：2020年12月15日。

註39：“Undersea Rescue Command,” Submarine Force Pacific, <https://www.csp.navy.mil/urc/>，檢索日期：2020年12月16日。



圖十一：美軍潛艦救援策略及歷史數據表

說明：1.藍色區塊為SEIE逃生服可救援區域；黃色區塊為SEIE逃生服及SRDRS潛水再加壓系統可救援區域；白色區塊(空窗區域)為SRC水面救援艦可救援區域；綠色區塊為SRDRS可救援區域。

2.▲個人逃生成功◆集體逃生成功●集體救援成功○逃生失敗。

資料來源：參考Joshua Jonathan LaPenna, "Surfacing Rescue Container Concept Design for Trident Submarines" (New York, Mechanical Engineering, University of New York at Buffalo ,2009), pp.32-33。

功關鍵須具備以下三點⁴⁰(如圖十一)：

1. 潛艦內部可供人員維生的氧氣有限，當失事潛艦TTFR啟動57小時，人員恐因為窒息致無人能順利存活。

2. 個人全部逃生需在潛艦失事的48小時內進行，而半數以上個人逃生成功都是在事件發生第一個小時內進行(僅乙次逃生失敗)；另在第一個小時逃生，且超過300英呎(約91公尺)深度成功自由上浮逃生的只有2次。

3. 現行美海軍潛艦救援策略以「潛水再加壓系統」為主軸，無法支援深度超過600英呎(約183公尺)且在TTFR啟動72小時內之空窗區域，此區域可藉由集體逃生之「水面救援艦」實施人員逃生(此即集體逃生艙概念)。

(二)從歷史分析，失事潛艦人員成功被救援及逃生機率，與失事深度及TTFR息息相關，個人逃生服裝備有效逃生的深度為600英呎，依美海軍潛艦救援能力現況，在理想狀況下潛艦失事第一次救援時間(TTFR)為96小時，是無法支援TTFR在72小時內、深度超過600英呎區域；況且若TTFR啟動超過57小時，人員即可能會因窒息而死亡，所以使用「水面救援艦」(SRC)救援是當前潛艦救援策略須探討及補足部分，也是我國與美軍簽訂〈潛艦救難支援協定〉前需有所認知。畢竟啟動TTFR時機經常受到潛艦失蹤通知及失事定位時間所影響，當失事潛艦缺乏相關緊急通信浮標(submarine emergency communications transmitter buoy, SECT)及緊

註40：同註36，頁94-97。

表五：SRDRS與SRC潛艦救援系統功能比較表

系統功能	潛水再加壓系統 (SRDRS)	水面救援艙 (SRC)
潛艦失蹤通知、失事潛艦定位	需要	不需要
水下救援載具部署 (Submarine Rescue Vehicle)	需要	不需要
評估水下作業系統 (Assessment Underwater System)	需要	不需要
艙口蓋結合需求	需要	不需要
高壓轉移系統 (Transfer Under Pressure System)	需要	不需要
載具操作人員及浮力裝置	需要	需要
後續工作或輸送人員作業	需要	不需要
第一次救援時間 (TTFR)	至少3天	約1.75小時
可否支援他國潛艦救援任務	需要	不需要
是否需要運輸工具 (工作船V00、運輸機等)	需要	不需要

資料來源：參考Joshua J.LaPenna, "Surfacing Rescue Container Concept Design for Trident Submarines: Rethinking Submarine Search and Rescue," Naval Engineers Journal, 2010, p.96, 由作者整理製表。

急位置指示無線電信號浮標 (submarine emergency position indicating radio beacon, SEPIRB) 時，美軍就必須按照潛艦水下搜救啟動救援作業⁴¹，當潛艦例行性報告上傳失敗，首先發布潛艦失聯，後續採取通信故障檢查，此階段尚不採取救援行動。

(三) 當潛艦例行報告上傳失敗超過72小時，美軍則啟動救援並正式宣布因失聯而進行「潛艦搜尋」(Submarine Look, SUBLOOK)，當潛艦搜尋20小時後發布「潛艦失蹤」(Submarine Miss, 以下稱SUBMISS) 並啟動搜救作業，若得知或推測潛艦無法返回水面時，將發布「潛艦沉沒」(Submarine Sunk, SUBSUNK)。所以在程序上正式啟動潛艦搜救作業的時間已長達92小時；另外，「潛水再加壓系統」備便時間需至少72小時及後續約40小時潛艦救援作業，最後一批倖存者則約需8至9天才可進行減壓，這都是在已知失事潛艦被定位後，所採取水下集體救援載具所造成的救援延誤，而且有可能造成受

難人員在救援前已全數死亡的嚴重後果，這確實反應著當前美海軍潛艦救援策略反應時間過長，無法達到即時救援的目的。

三、潛艦救難潛水再加壓系統與水面救援艙互補策略

(一) 「潛水再加壓系統」(SRDRS) 與「水面救援艙」(SRC) 因其所需系統救援功能不同(如表五)，就時效性而言，為彌補美軍潛艦救援策略，同時分析其救援能力和相關歷史數據等，海軍應以「SRC」為主要救援方式並配置於潛艦內部，且設計深度及強度應大於潛艦最大下潛深度；另以潛艦逃生浸沒設備(SEIE)及「潛水再加壓系統」為備援，應能有效支援潛艦救援TTFR啟動72小時內，深度大於600呎處的空窗區域，以爭取失事潛艦人員生存時間及成功救援機率，並可讓官兵維護海疆任務之時，能無後顧之憂的全力以赴。

(二) 假設在最理想狀況下，若例行報告超過24小時就正式宣布潛艦因失聯而搜尋

註41：同註36，頁97。美軍現行啟動潛艦水下搜救作業規定係依據2003年太平洋艦隊潛艦部隊「OPLAN(Operation Plan)-2137」(潛艦搜尋、逃生及救援)法規執行。

(SUBLOOK)，在確定潛艦搜尋20小時後則發布「SUBMISS」，並啟動潛艦搜救作業，將提高潛艦救援成功機率。經概估計算驗證將「水面救援艙」設計裝配於美海軍潛艦內，則TTFR可降低至僅1.75小時，比啟動「SRDRS」的108小時更有效率(自發布SUBLOOK到SUBMISS，及SRDRS備便64小時)⁴²。由此可見，除可利用「SRC」在第一時間主動集體逃生外，亦可搭配「潛水再加壓系統」之外部集體載具救援相互配合，以提高失事潛艦人員生存機率。

伍、省思與建議

美國於1999年發表「潛艦逃生系統艙設計方式」及2009年研究再提出「新式戰略核子潛艦水面救援艙設計概念」，迄今未運用設計於美軍新一代核子潛艦中，且目前僅有俄羅斯及印度等國將可以主動集體逃生的「水面救援艙」裝置於潛艦上，以改善外界救援面臨的「第一次救援時間」過於冗長，致失事潛艦人員存活率趨近於零的現狀。因此，當我國啟動「潛艦國造」，且第一艘原型艦預2025年交付海軍之際⁴³，海軍確有必要省思在建置水下威懾主戰兵力時，兼顧人員安全，並建立遇險時的心理素質強度。相關建議臚列如後：

一、潛艦救援策略，納入造艦設計考量

我國現行潛艦救援策略為與美方簽訂〈潛艦救難支援協定〉⁴⁴，然因受限自身潛艦救援能力(失事潛艦通聯與定位、救難平台結合等)、未建置潛艦特種救難艦⁴⁵、美軍專案潛艦救援計畫能力不足，及第一次救援時間過長等因素，確實在救援時效上「緩不濟急」即便輔以MK-10或MK-11個人逃生服做為人員逃生備案；惟經實證研究，仍有深度限制及任務風險。換言之，不論採行何種救援模式，我國均應將自身潛艦性能、目前水下救援能力，及能夠執行救援機具進行整合考量，制定適合艦隊潛艦的救援策略；尤其，美軍救援能力空窗區域及潛艦失事歷史數據及驗證，在失事潛艦內部生存條件等相關環境因素不利時，救援主要策略仍應以運用「集體逃生艙」實施第一時間主動集體逃生為主，配合國際間備具集體救援及個人逃生為次要策略，方能提升遇險潛艦人員生存率。

二、潛艦集體逃生艙設計，產官學、法人合作研發

我國自製防禦潛艦(Indigenous Defense Submarine, IDS)，由「國家中山科學研究院」負責規劃，「台灣國際造船公司」負責承建，預估25年之內，以新臺幣4,000億元的預算，完成8艘潛艦的建造工程；設計工作外包給「船舶暨海洋產業研發中心」，並由「海軍發展造船中心」監督⁴⁶。

註42：Joshua Jonathan LaPenna, "Surfacing Rescue Container Concept Design for Trident Submarines" (New York, Mechanical Engineering, University of New York at Buffalo ,2009), pp.28-31。

註43：〈自製防禦潛艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E8%A3%BD%E9%98%B2%E7%A6%A6%E6%BD%9B%E8%89%A6>，檢索日期：2021年1月19日。

註44：王志鵬，〈假如真的發生如何應變？臺灣海軍茄比級潛艦意外沉沒〉，《全球防衛雜誌》，第309期，2010年5月，頁41-42。

註45：〈新型救難艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%96%B0%E5%9E%8B%E6%95%91%E9%9B%A3%E8%9%A6>，檢索日期：2021年1月19日。

註46：梅復興，〈潛艦國造之深度探討〉，今周刊，2020年1月13日，<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/80392/post/202001130029/%E6%BD%9B%E8%89%A6%E5%9C%8B%E9%80%A0%E4%B9%8B%E6%B7%B1%E5%BA%A6%E6%8E%A2%E8%A8%8E>，檢索日期：2021年1月19日。

相關規劃均依計畫執行，然在攸關潛艦集體逃生安全的前提下，有必要針對「集體逃生艙」設計加速實施全面性研討，並在不影響潛艦作戰性能要求前提下，持續提供後續潛艦工程設計端之產、官、學及法人合作建議，以滿足人員逃生的基本問題，維護艦隊水下戰力完整。

三、建立潛艦救難逃生塔，完備人員逃生訓練

目前世界各國潛艦均有基本的逃生艙（逃生人數一次約3-5員）及單人逃生服，主要逃生方式仍以快速上浮法為主。而現今的潛艦自主逃生裝備亦更新為「潛艦加壓逃生塔系統」配合單人逃生服，以提升人員逃生時的安全性及效率；至於「單人快速上浮逃生」將是逃生技術中最後一道防線，故人員逃生訓練是不可缺少的。目前我軍潛艦除配備單人逃生服外，有關人員逃生訓練亦委由艦隊專責單位負責實施基礎逃生及潛水醫學訓練。就我國周邊環境狀況而言，應能發揮適切的防護及逃生功效；然若能建立訓練用「潛艦救難逃生塔」等設施設置，相信將更能加強潛艦官兵逃生心理素質與訓練效果。

四、造艦計畫同步執行，確保人安物安

在我國海軍未來的兵力整建規劃中，包含「國艦國造」12項造艦計畫，其中有自製防禦潛艦（預2024年第一艘IDS原型完工）與新型救難艦（預計2023年第一艘完工）⁴⁷。然

新型救難艦設計主要以拖帶海上遇險難船及人道救援為主，有關水下救援部分僅具備開放式潛水鐘(Diving Bell)、水下遙控載具(Remotely Operated Vehicle, ROV)及減壓艙(Decompression Chamber)系統，其最大潛水作業深度為100公尺⁴⁸，就潛艦救難而言，並未規劃專屬潛艦救難儀台及「潛水再加壓系統」(SRDRS)救援載具等設施，以適度提供在潛水作業深度限制下失事潛艦地點勘察及定位、逃生艙口及救難平台檢查、運送維生物資及水面待援人員施救等前置救援作業準備。後續新型救難艦規劃，建議應參考以潛艦救難艦為設計方向，將深海潛艦救援能量納入，此一雙向造艦計畫應該同步執行，確保滿足水下作戰任務前提下，也對任務潛艦提供深海環境下，進行救援作業之人、裝安全。

五、參考ISMERLO潛艦救難手冊，結合國際救援修訂計畫

為強化我國潛艦救難能量計畫層面執行，海軍可透過「美國在臺協會」(American Institute in Taiwan, AIT)定期邀請美軍深海救援專家來臺進行經驗與實務交流，由具備潛艦救援能力之組織如「國際潛艦逃生與救援聯絡辦公室」(ISMERLO)，協助取得2017年更新的「北大西洋公約組織潛艦搜索與救難手冊ATP57(C) The submarine search and rescue manual/NATO」等相關文件及技

註47：〈海軍未來20年造艦構想〉，<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/rocnavy/futureplan.htm>，檢索日期：2021年2月19日。


註48：〈海軍「安海」救難新艦規格曝光，潛水鐘可達水深100公尺〉，上報，<https://style.yahoo.com.tw/%E6%B5%B7%E8%BB%8D-%E5%AE%89%E6%B5%B7-%E6%BD%9B%E6%B0%B4%E9%90%98%E8%A6%8F%E6%A0%BC%E6%9B%9D%E5%85%89-%E6%B0%B4%E4%B8%8B%E6%95%91%E9%9B%A3%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E5%8F%AF%E9%81%94%E6%B0%B4%E6%B7%B1100%E5%85%AC%E5%B0%BA-080000818.html>，2019年12月24日，檢索日期：2021年1月19日。

術手冊，做為運用參考，並納入潛艦救難相關準則教範。當然，若能取得成為「國際潛艦逃生與救援聯絡辦公室」會員，亦可從實際案例中，學習實施潛艦救難的電腦兵推演練，也進一步瞭解當潛艦遇險時，救援單位與待援潛艦如何協調及救援，這對我國潛艦救難實務面非常有幫助。再進一步而言，積極爭取透過「國際人道救援非政府組織」(Non-Governmental Organization, NGO)或友好國家，以觀察員身分實際參與國際潛艦救難操演，如亞洲地區每兩年一次的「環太平洋軍事演習」(Rim of the Pacific Exercise, RIMPAC)，不僅能獲得最新潛艦救難資訊及經驗，藉此結合國際救援程序、步驟、要領，並滾動式修正海軍潛艦救難計畫及能量整備，相信定能有助對潛艦及新型救難艦建造規劃之藍圖與願景。

陸、結語

危機處理的前端預防，即是防範危機的發生，在執行任何具有危險性的訓練或任務時，都必須做好風險管控作業。「潛艦救難」與「安全逃生」是密不可分的關係。尤其在潛艦故障、意外沉沒的想定狀況下，即使緊急向美國求援啟動潛艦救援計畫，但因相

關潛艦救援裝備裝載及運送時間冗長，都將喪失黃金救援時機⁴⁹。如此難題將持續且嚴峻的考驗國家決策大智慧，而潛艦「集體逃生艙」也是我海軍在「潛艦國造」設計階段即需慎重考量的因素。

近幾年來，國軍在「防衛固守、重層嚇阻」的軍事戰略目標之下，在鞏固我制海權、發展潛艦同時，人員水下生存的安全概念應同步付諸施行，並在造艦設計階段應將「集體逃生艙」設計概念納入，才能在無預期的潛艦事故發生時，能迅速維護潛艦官兵安全。畢竟從潛艦救援歷史數據證明，「時間」是攸關潛艦救援能否成功最重要因素，美軍「潛水再加壓系統」(SRDRS)集體救援載具的安全性最高，也是各方建議採取的最佳措施。現正值「潛艦國造」如火如荼之際，潛艦救難更應在快速反應、人員獲得完善的保護措施、提升存活率之前提下，進行綜合安全的逃生評估，而「集體逃生艙」的設計就是主動且行動風險最低的方案。因此，期待海軍以有限的資源技術，發展設計出最具效益且安全的「集體逃生艙」，建置於國造潛艦設計端內，俾成為能保障官兵安全、同時兼顧制海戰力發揮的優質潛艦。 

註49：王志鵬，〈假如真的發生如何應變？臺灣海軍茄比級潛艦意外沉沒〉，《全球防衛雜誌》，第309期，2010年5月，頁38-45。

作者簡介：

陳昌宗上校，海軍軍官學校專科85年班、國防大學海軍指揮參謀學院98年班、高苑科技大學資訊科技碩士102年班。曾任海軍水下作業大隊水中械彈處理中隊隊長，深海岸勤綜合作業組組長，副大隊長，現服務於海軍192艦隊。

曾常韋中校，陸軍後勤學校92年班、國防大學海軍指揮參謀學院105年班。曾任海軍水下作業大隊第一作業隊隊長、參謀主任，現服務於海軍192艦隊。