

提升我潛艦救援能力問題之探討

The discussion on the issue of promoting our submarine rescue capability

海軍中校 陳昌宗 Chen, Chang-Zong Commander

提 要：

- 一、潛艦救援演習“Pacific Reach”於2000年由新加坡海軍擔任首次演習的主導工作。而該年8月12日即發生了俄羅斯核子動力潛艦「庫爾斯克號」遇難事件，使得國際間更加凝聚意識，協力提升潛艦事故之救援能力。而北約國家也具有相同模式的潛艦救援演習“Bold Monarch”，為的就是確保事故發生後提供充分的救援管道及資源。
- 二、在2014年1月10日國內多家平面報紙及電子版面提出「海軍兵力整建啟動潛艦國造」、「潛艦國造啟動 先修老爺艦」及「美若不賣 海軍將自製潛艦」等標題呼籲建構潛艦戰力的重要性。在戰力提升的同時，對於潛艦救援安全整備也應在現有的能力基礎上加以提升。
- 三、水下救援載具並非萬能，也必須配合適切的作業時機，主要設備僅供水下救援時間的需求，而潛艦事故的救援模式非僅此一種，應將「人員逃生」與「水下等待救援」等問題一併考量，使救援計畫趨於完備，以應付各類不同的救援場景。

關鍵詞：SRDRS、NSRS、DSAR-6、ISMERLO、SPAG

壹、前言

從潛艦逃生或執行潛艦水下救援是件非常棘手繁複的作業，必須面對真實的困境採取有限的手段以克服多重環境的危險。當發生這樣的事件，自然引發全球媒體及救援單位的注意，媒體關注的是救援結果，而救援單位著重在救援方式的選擇與行動能否順利推展，主要目的在使人員成功的逃離以達成救援任務，確保救援行動不會造成人員生命的再次危害，因此有效安全管理整個逃生作業及救援系統的能量是必要的。

世界各國的海軍，多數已具備了水下作戰能力，普遍運用潛艦戰力監控所望海域，而水中戰術運動無法以目視進行，全仰賴儀器精確的水文資料及海底分析，故安全要求必須做到最高。危險的肇因常發生在微乎其微的問題上，通常意外的發生除了人的因素之外，水下的外在環境因素更是難以顧全，加上艦體承受高壓環境下運作，事故肇生往往出乎預期。

英國在冷戰期間損失4艘柴油動力潛艦，法國損失2艘Daphne-class柴油動力潛艦(S647 Minerve、S644 Eurydice)以及艦上

所有人員¹。美國在20世紀60年也損失2艘潛艦，1艘攻擊潛艦USS Thresher (SSN-593)，在1963年在緬因灣(Gulf of Maine)海上試驗時失事²；另一艘USS Scorpion (SSN-589)，於1967年在亞速爾群島(Azores)附近發生事故³。事實上，潛艦的海底事故比我們想像的還要頻繁，在水下科技突飛猛進2000年之後，仍免不了發生多次重大的潛艦事故，以下列舉失敗及成功案例加以說明：

一、俄羅斯「庫斯克號」(Kursk)⁴

這是俄羅斯經歷過最慘痛的經驗，2000年8月12日「庫斯克號」(K-141)，由於魚雷燃料過「氧化氫」的外洩引起火災，導致魚雷的戰雷頭爆炸，大約兩分鐘後更引發周遭其他魚雷的爆炸，於巴倫支(Barents Sea)海沉沒。爆炸損及艦體，使大量的高壓海水浸入，造成潛艦內118名人員罹難。當時雖有23名人員存活在艦艙艙間，但儘管救援工作持續進行，他們終究無法在有限的時間內獲得援助，因而喪失最佳救援時機，使得23人最後均缺氧窒息而死。

二、中共「明級」潛艦361事件⁵

2003年4月16日，中共海軍361潛艦，在內長山以東海域進行訓練時，由於指揮操縱

不當造成機械故障而失事，艦上70名官兵全部遇難，事後該潛艦經打撈後拖回港口。根據調查：該艦在返回青島威海基地途中進行浮航換氣充電，進氣口閘門因機械故障未開啟，艇內柴油機發動後快速的消耗艦內氧氣，同時造成艦體內外的氣壓差，在負壓下逃生艙口無法由內向外開啟，而該艦當時正在進行「靜默」訓練，因此斷絕與艦外的聯繫，所以水面兵力也未能即時發現，在氧氣耗盡後十幾分鐘，艇內人員均窒息而死。

三、俄羅斯「AS-28」受困海底事件^{6,7}

俄羅斯海軍經過2000年「庫斯克號」的教訓後，對潛艦水下救援載具亦積極拓展研發，而Priz級AS-28為俄羅斯所研製的「深潛救生艇」，可在深度1,000米(3,300英尺)的水下進行救援作業。2005年8月5日，在距離堪察加半島(Kamchatka Peninsula)白樺灣(Berezovaya)離岸約75公里處的海域，AS-28的俾葉遭異物纏繞，受困於水下190米(600 ft)的深度無法自行脫困，英、美海軍及日本海上自衛隊均立即提供支援。英國透過C-17全球霸王(Globemaster III)運輸機運送「天蠍座ROV」(Remotely operated Vehicle Scorpions-45)；日本派遣4艘救難

註1：維基百科，Daphnè-class submarine，http://en.wikipedia.org/wiki/Daphn%C3%A9_class_submarine，檢索日期：2013年12月15日。

註2：維基百科，USS Thresher (SSN-593)，[http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Thresher_\(SSN-593\)](http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Thresher_(SSN-593))，檢索日期：2013年12月15日。

註3：維基百科，USS Scorpion (SSN-589)，[http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Scorpion_\(SSN-589\)](http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Scorpion_(SSN-589))，檢索日期：2013年12月8日。

註4：維基百科，List of submarine incidents since 2000，http://en.wikipedia.org/wiki/Major_submarine_incidents_since_2000，檢索日期：2013年12月7日。

註5：維基百科，〈中國海軍361潛艇海難〉，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%B5%B7%E5%86%9B361%E6%BD%9C%E8%89%87%E6%B5%B7%E9%9A%BE>，檢索日期：2013年12月22日。

註6：維基百科，Russian deep submergence rescue vehicle AS-28，http://en.wikipedia.org/wiki/Russian_deep_submergence_rescue_vehicle_AS-28，檢索日期：2013年12月21日。

註7：鳳凰網，〈70官兵遇難內長山海域〉，<http://news.ifeng.com/home/news/Inland/200305/03/59289.html>，檢索日期：2013年12月25日。

船前往救援，加拿大提供一大氣壓潛水服(ADS-Atmospheric Diving System)參與水下救援，迅速提供事故艦海底情況的評估。該艦被困海底76個小時後，最後是由英國「天蠍座ROV」順利地切斷纏繞俾葉的纜線和魚網，此次救援行動成為國際間在潛艦救援機制上的最佳實例。

除了上述案例另外，2000年至今仍有大小不一的潛艦事故發生，像是2002年5月，美國海軍柴油動力潛艦USS Dolphin (AGSS-555)⁸，發生大量進水幾乎沉沒。2004年4月，加拿大潛艦HMCS Chicoutimi (SSK-879)因失火造成一名人員死亡⁹。2005年1月，美國USS San Francisco (SSN-711)在關島以南執行水下高速潛航時，撞上海底山脈造成一名人員死亡¹⁰。2012年10月，美國USS Montpelier航行期間和神盾級巡洋艦USS San Jacinto於佛羅里達東海岸相撞，該潛艦沉沒在潛望鏡深度，當時艦上無人受傷¹¹。2013年8月，印度海軍INS Sindhurakshak(Kilo-class Type 636)潛艦於孟買港靠泊，因艦上發生火災，隨後引發一連串的彈藥爆炸事件，爆炸造成潛艦艏部扭曲及艙間大量進水，當時有18人受困在內並證實有人員傷亡，而旁靠的另一艘同型潛艦也受到損傷¹²。

水下救援在各項災難當中相對困難，所牽涉的層面相當廣泛，像是「潛水物理」方面，海水壓力與其深度成正比，海平面每向下10公尺就增加一大氣壓，若事故發生時人員可能暴露在異常氣壓下，這樣大的壓力使人在「生理」上產生變化，人員若未遵照潛水減壓程序返回水面，將使身體產生不適應的症狀，則必須以「潛水醫學」的專業角度去進行治療。此外，還可能由深度、壓力、裝備與氣源等多重環境問題造成複合式的人員傷害，所以在水下對潛艦事故進行救援，是一項極高難度的作業。

貳、國際救援系統能力

潛艦事故的救援絕對是一項危險的工作，其災難性質不亞於空難，但潛艦事故的環境仍常有倖存者得以生還，所以必須具備更高的水下救援能力。1990年代潛艦救援的基本觀點發展漸成熟，擁有潛艦的國家紛紛探討救援資源整合的作業方式，發展至今模式多以「共享共有」的經營理念，共同分擔營運及持續改進研發的費用，這些國家互相合作彌補潛艦救援能力的不足。國際間潛艦救援載具型式甚多，救援能力亦有所差異，以下提出現今國際間幾項現役救援系統的能力及經營模式，藉由各國設備能力及營運實例

註8：維基百科，USS Dolphin (AGSS-555)，[http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Dolphin_\(AGSS-555\)](http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Dolphin_(AGSS-555))，檢索日期：2014年1月11日。

註9：維基百科，HMCS Chicoutimi (SSK 879)，[http://en.wikipedia.org/wiki/HMCS_Chicoutimi_\(SSK_879\)](http://en.wikipedia.org/wiki/HMCS_Chicoutimi_(SSK_879))，檢索日期：2014年1月11日。

註10：維基百科，USS San Francisco (SSN-711)，[http://en.wikipedia.org/wiki/USS_San_Francisco_\(SSN-711\)](http://en.wikipedia.org/wiki/USS_San_Francisco_(SSN-711))，檢索日期：2014年1月19日。

註11：ABC NEWS，Navy Submarine and Cruiser Collide Off Florida，<http://abcnews.go.com/blogs/politics/2012/10/navy-submarine-and-cruiser-collide-off-florida/>，檢索日期：2013年12月22日。

註12：While we can hope for the best, we have to prepare for the worst: Navy chief DK Joshi，<http://www.dnaindia.com/mumbai/report-while-we-can-hope-for-the-best-we-have-to-prepare-for-the-worst-navy-chief-dk-joshi-1874239>，檢索日期：2013年12月22日。



圖一 為已退役的DSRV

資料來源：http://commons.wikimedia.org/wiki/File:000830-N-2480M-035_navy_DSRV_1.jp



圖二 為ADS潛水系統

資料來源：http://www.manw.nato.int/boldmonarch2011/Page_BM_photo_gallery.aspx



圖三 為新一代的水下救援載具SRDRS

資料來源：<http://www.oceanworks.com/media-info/photos/>

統」(SRDRS-Submarine Rescue Diving and Recompression System)¹³

2008年11月起，「SRDRS」已代替服役已久的「深海救援艇」(DSRV-Deep Submergence Rescue Vehicle)(如圖一)，新式的SRDRS包括：1. 水下評估作業系統(AUWS-Assessment/Underwater Work System)；包含一大氣壓潛水服(ADS)(如圖二)及水下遙控載具ROV；2. 水下減壓系統(SDS-Submarine Decompression System)；3. 加壓救援模組系統(PRMS-Pressurized Rescue Module System)；4. 吊放系統(LARS-Launch and Recovery System)等四大組成。藉由水下減壓系統、加壓救援模組系統、吊放系統及相關電力系統組成「潛艦救援系統」(SRS-Submarine Rescue System)，支援PRMS的是「門」型吊架、起重機及監控系統。SRS及AUWS皆可快速經由空中、地面運輸至世界各角落，並可艙裝於軍事或商用船隻¹⁴。

，思考我未來執行方向。

一、美國海軍「潛艦救援潛水再加壓系

註13：Global security，Submarine Rescue Diving and Recompression System (SRDRS)，<http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/systems/srdrs.htm>，檢索日期：2014年1月5日。

註14：Advanced Undersea Systems Program Office (PMS394) & Naval Sea Systems Command，Delivery and Deployment of the U.S. Navy's Submarine Rescue System，<http://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/SNAME/c94aa3c4-ac81-452f-83a9-e8fdbd2e7837/UploadedFiles/46afe7d1fa0f4965bac5acb439f46028.pdf>，檢索日期：2014年12月16日。

“PRM”¹⁵又名「隼」(Falcon)(如圖三)，「隼」使用臍帶式的導纜，從支援母艦載台(MOSHIP-Mother Ship)提供持續的電力，並由水面控制站遙控操作，救援小組能將事故潛艦(DISSUB-Distressed Submarine)的人員轉移至PRM內直接送返水面減壓室，最大作業深度2,000英呎(約600米)，一次救援能力可達16人，且不受大氣壓力的限制，這使救援過程中受難人員罹患減壓病的機會減到最小。

SRDRS能在緊急的情形下進行救援裝載，目前基地位於聖地牙哥(San Diego)，不論任何時候將以空、陸運輸至最接近DISSUB的港口開始進行艙裝作業，模組化的結構如同電腦的USB接頭一般隨插即用(Plug-and-Play)的快速支援，對救援資產部署時效上具有決定性影響。

在SRDRS的經營上，美國海軍採行的是「政府擁有，承包商操作」(GOCO-Government-Owned, Contractor-Operated)¹⁶的協議，事故發生後必須採取大規模的動員能力，可說是國家級的救援任務，並非單一軍種或部門可獨立完成，運輸必須結合陸、海、空運資源始能到達事故海域，醫療團隊的整備及潛艦救援各項能力的整合更不在話下。而潛艦事故發生的時機難以預料，對於龐大的裝備維護、保養、操作及經費的維持均是一大考驗，基於投資報酬的考量，美國潛艦



圖四 北約「潛艦救援載具」(SRV)執行水面吊放作業

資料來源：<http://www.royalnavy.mod.uk/The-Fleet/Submarines/Nato-Rescue-System>



圖五 北約「潛艦救援系統(NSRS)藉由陸、海及空運抵事故海域

資料來源：<http://www.royalnavy.mod.uk/The-Fleet/Submarines/Nato-Rescue-System>

救援資產維護委由「鳳凰城國際」商業服務有限公司承包(Phoenix International)¹⁷，透過5年期的合約責任，隨時提供美國海軍有關深海打撈及潛艦事故的救援能力。

二、北大西洋公約組織潛艦救援系統(NSRS-NATO Submarine Rescue System)¹⁸

英國、法國和挪威在2004年6月，由「

註15：Koh Hock Seng, Chew Yixin & Ng Xinyun, Submarine Rescue Capability and its Challenges, 2010 DSTA HORIZONS, pp.4-15。

註16：同註15。

註17：PHOENIX INTERNATIONAL, Submarine Rescue Diving and Recompression System (SRDRS), <http://www.phnx-international.com/subsea-systems.html>, 檢索日期：2013年12月7日。

註18：維基百科, NATO Submarine Rescue System, http://en.wikipedia.org/wiki/NATO_Submarine_Rescue_System, 檢索日期：2014年1月19日。



圖六 SRV內部減壓設備

資料來源：http://www.manw.nato.int/boldmonarch2011/Page_BM_photo_gallery.aspx

勞斯萊斯」動力工程公司(Rolls-Royce Power Engineering)依合約開發新的水下救援系統，名為「北大西洋公約組織潛艦救援系統」(如圖四、五、六)，它取代英國原有的救援系統，並由英國國防採購局(UK Defence Procurement Agency)統籌管理三個國家的救援資產，發展期間土耳其參與工程設計技術，其他國家則對未來財政細節做細部研討¹⁹。

北約的「潛艦救援載具」(SRV-Submarine Rescue Vehicle)在2008年底投入服務，與無人駕駛和受導纜限制的「隼」(Falcon)不同，在SRV操控艙配有2名操作人員，每次水下救援能力可達14人，並且能下潛到600米的深度。北約在經營方面也採用與美

國海軍相似的做法，為了對廣大的地區提供服務，可以電話傳達的快速聯絡方式做為回應，NSRS SRV目前基地位於蘇格蘭克萊德皇家海軍基地，並且計畫性的隨時靠泊水面支援船舶(VoO-Vessels of Opportunity)，經過10年的服務合約，目前仍維持它們熟悉的GOCO經營模式。

三、新加坡海軍水下救援載具(DSAR-6-Deep Search and Rescue-Six)²⁰

新加坡海軍從瑞典購得第一艘「挑戰者」級(Challenger-class)潛艦後，開始提出了潛艦救援概念。最初的構想是藉由獲得潛艦強化新加坡海軍水下戰力，同時期望在潛艦救援能力上可達自給自足的需求²¹。因此著手開發潛艦救援載具，並建構一艘可協助DISSUB的救援船舶(SSRV-Submarine Support and Rescue Vessel)(如圖七)。救援船舶包括水下救援載具(SRV)(如圖八)、吊放系統(LARS)以及高壓轉移系統(TUPS-Transfer Under Pressure System)，所有設備配屬在這艘救援船舶，當救援機制啟動時，整個系統將隨船部署到DISSUB海域。新加坡海軍將這樣的合約交由「FRM」海事有限公司(First Response Marine Pte Ltd)承包²²，系統由FRM海事有限公司設計、建造及經營操作，這項公私合營的合約在2007年

註19：sonistics.com，International Submarine Escape and Rescue Liaison Office，<http://www.sonistics.com/ismerlo-0>，檢索日期：2013年12月14日。

註20：naval-technology.com，MV Swift Rescue Submarine Support and Rescue Vessel (SSRV) - Naval Technology，<http://www.naval-technology.com/projects/mv-swift-rescue-submarine-support-rescue-vessel/>，檢索日期：2014年1月5日。

註21：維基百科，Challenger-class submarine，http://en.wikipedia.org/wiki/Challenger_class_submarine，檢索日期：2014年1月19日。

註22：sgmaritime.com，COMPANY PROFILE，http://www.sgmaritime.com/CompanyProfile_MG.aspx?cocode=80030181&dirid=173&coname=FIRST%20MERCHANT%20MARINE%20PTE%20LTD，檢索日期：2013年12月15日。



圖七 新加坡潛艦救援平台“Swift Rescue”

資料來源：<http://www.flickr.com/photos/33438735@N08/4649389751/>



圖八 DSAR-6於後甲板進行吊放作業

資料來源：<http://www.flickr.com/photos/96466543@N02/8966685726/>

1月簽訂，合約時間長達20年，已於2009年交付使用。

這艘SSRV救援船舶命名為「Swift Rescue」，它是一艘85米長的海上救援平台，建造規格依照「美國驗船協會」(ABS-American Bureau of Shipping)規範²³，並具備「動態定位」(DP-Dynamic Positioning)²⁴能力，救援設備的安置位置，由「勞埃德」集團有限公司(Lloyd's Register)分級認

證²⁵，救援作業大部分在船艉後甲板中心位置，主系統是能在深海作業的水下救援載具DSAR-6，DSAR-6配置在主甲板艦艉處，30公噸LARS在救援情況下能將DSAR-6從後甲板舉吊放入水中進行部署，並由海底返回水面後舉吊回收至後甲板，海象作業限制為5級²⁶。DSAR-6由兩名人員操控，一次救援能力可達17人，通常TUPS配置在主甲板船艏位置，DSAR-6水下救援載具在船艉甲板能與TUPS加壓對接，使倖存的人員轉移至SDS進行減壓治療。「甲板處理」系統(DHS-Deck Handling System)是用於快速部署及收納甲板上設備的移動器具，可迅速從庫儲位置移動DSAR-6到吊放系統(LARS)位置，可在準備階段節省寶貴的人力及時間。“Swift Rescue”也配備ROV，可進行水下狀況評估調查或是檢查DISSUB位置及損害情形，並在DSAR-6部署之前協助清除逃生艙口周邊破片及異物。6人制硬殼式充氣小艇(Rigid Hull Inflatable Boat)提供救難人員進行海面搜撈作業，生還者從海面救起後視海象狀況由「Swift Rescue」舷邊將人員回收。

各國救援載具藉由有限的風險安全及方法執行救援作業，擅長水下作戰的國家對救援能力的提升就更加重視。尤其是對潛艦逃生及救援系統規格標準化方面，深入研討設計和作業細節的協議，例如救援載具轉接裙罩(Skirt)的設計，關鍵功能在建立SRV和

註23：維基百科，American Bureau of Shipping，http://en.wikipedia.org/wiki/American_Bureau_of_Shipping，檢索日期：2013年12月14日。

註24：維基百科，Dynamic positioning，http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamically_positioned，檢索日期：2014年1月5日。

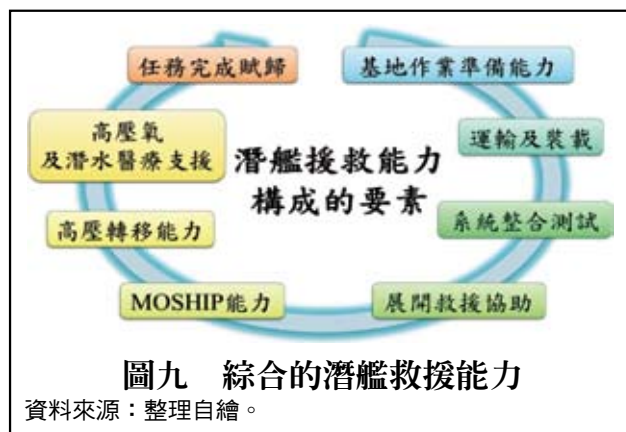
註25：維基百科，Lloyd's Register，http://en.wikipedia.org/wiki/Lloyd%27s_Register，檢索日期：2014年1月5日。

註26：James Fisher Defence，MV Swift Rescue Submarine Rescue System，<http://jfddefence.com/casestudies/swiftrescue/index.php>，檢索日期：2013年12月15日。

DISSUB之間的聯繫，這樣的標準與確認對於潛艦救援具有決定性的保證，並建立各國互惠信任的標準，使救援的服務品質在不同國家的潛艦中均能達到一致和相容性，以建立世界上通用型的救援系統，能在緊急事件的有限時間內獲得救援²⁷。水下救援作業技術相當繁複，整個過程時間分秒必爭，有賴各項系統搭配組合，以下將對國際間救援的系運作介紹說明，採取這樣的標準作業程序使作業各階段符合安全的保證。

參、具備潛艦救援作業能力的要素

全球擁潛艦部隊的海軍國家，對於潛艦在海底的安全仰賴國際間各式SRS的救援能力，這些救援系統其實都具有類似的標準作業程序模式，這樣的救援行動通常必須在48個小時內對DISSUB進行初步的回應，並且順利抵達DISSUB的水下位置進行救援，但並非所有SRS系統都具備國際性的綜合救援能力。例如日本將所設計的救援系統整套建置在救援艦上，所以無法將系統設備藉由陸、空運輸送抵其他需要救援的地點，主要是滿足國內本身的救援需求，僅對於國家周邊海域進行作業，服務範圍很少超越出有限的區域。而韓國、新加坡均具備自主的救援能力，系統與美國及北約同樣以模組化系統組成，但跨國支援能力又不如美國及北約，因此想具備有效的潛艦救援能力，尚必須做到以下要素²⁸(如圖九)：



一、基地作業準備能力

在基地設備內，SRS可進行庫儲保養及維護，於任務前準備就緒以及任務完成後的歸位，平日可進行任務訓練及系統操作練習，保持妥善與機動救援能力，並在緊急狀況下將基地內SRS的各項工作模組，備便經由陸、空運裝載到MOSHIP靠泊位置進行艙裝，平時藉由路徑推演規劃陸、空運輸路線，以便在實際行動時能將訓練與實況完全結合，節約運輸及艙裝時間。

二、運輸及裝載

運輸方式通常以陸運交通和空中運輸相互結合，重點在運送距離與適合的港口或機場(MOPORT-Mother Port)，並將SRS系統依序艙裝至MOSHIP上。而救援系統經由空中運輸時分為三個階段：1. 把系統載運到機場並裝載到飛機上；2. 飛抵目的機場；3. 卸載系統後以陸上運輸至碼頭並將系統艙裝到適當的MOSHIP上。現場可能需要兩艘MOSHIPS用於分置裝載SRS、ROV及其他多項「緊急生命救助裝備」(ELSS-Emergency Life Saving

註27：同註15。

註28：L Roberts & J Turner, SUBMARINE ESCAPE AND RESCUE OPERATIONS - THE HOLISTIC APPROACH TO SAFETY, http://media.bmt.org/bmt_media/resources/89/Warship2008PapertoRINA.pdf, 檢索日期：2014年12月16日。

Stores)，儘速航抵潛艦事故海域，而另一艘負責艙裝救援設備(高壓氣體醫療設備等)。

三、系統整合測試

MOSHIP基本應搭載「SRS救援團隊」及「SRS設備」，包含SRS的保養維修人員、救援船隻配屬人員和救援設備的操作人員等…，利用抵達事故海域前有限的時間，再將所有SRS系統裝備擺設就位並完成測試。

四、展開救援協助

救援行動包含：1. 在MOSHIP抵達作業海域前，首先從空中支援的「空降深海救援協助組」(SPAG-Submarine Parachute Assistance Group)，以輕便的個人海上求生與醫療裝備，輔助潛艦人員逃生後的海上照護工作；2. MOSHIP放出與回收水下救援載具，將DISSUB艦上人員集體救出並負責所有救援行動的全般作業；3. 依據海上各救援船隻所裝載的救援設備進行船位的部署及分工。

五、MOSHIP能力

MOSHIP在整個救援行動中扮演極重要的角色，海上任何的設備及人員安置均依賴各型MOSHIP做為平台，它提供SRS模組化設備的安置、支援釋放及回收救援載具的吊放系統(LARS)、高壓轉移系統(TUPS)、水下減壓系統(SDS)及高壓氣體設備等裝備配置，當MOSHIP被選用支援SRS的設備裝載，在海上運輸及作業方面就變得更有效率。MOSHIP也可同時支援其他行動，像是水下救援載具作業期間，利用救援小艇協助其他水面生還者的救助。

六、高壓環境下人員轉移能力

由於外部的海水壓力隨著水深而增加，

在人員轉乘時為確保潛艦逃生艙內部氣壓維持正常，水下救援載具與DISSUB接合後可能必須將兩者內部壓力加壓平衡。通過轉接裙罩(Skirt)可快速將受到異常氣壓傷害之人員，從海底轉移送返水面，人員返回水面後再轉移至艦上進行完整的減壓治療，而SRS可反覆執行相同的救援作業，直至所有人員從DISSUB上完全救出。在某些救援實例中MOSHIP也支援直升機救援行動，提供傷患轉運醫療救護支援，快速完成「傷患後送撤離」(CASEVAC-Casualty Evacuation)的工作。

七、高壓氧及潛水醫療支援

減壓艙之配備為救援行動中協助減壓病患者進行治療之設備，治療過程藉由混合氣及純氧在高壓環境下進行醫療行為，經由安全和監控的減壓環境對生還人員進行減壓病治療，由配屬專業的醫療救援團隊提供適當的檢傷分類系統(Triage)和潛水醫學有關醫療支援。

八、任務完成賦歸

當訓練或者任務完成時MOSHIP返回港口，卸裝後將系統運返基地設施存管防止裝備損壞。運輸包括從MOSHIP卸下整個SRS設備，並且將所有設備運送回原基地相關的所有行動，於系統歸位後解除任務，針對訓練或任務後進行裝備保養維護，以待命執行下一趟救援任務。

各國水下救援載具的設計，在滿足廣大範圍潛艦水下部署計畫的需求，目前國際間有14個國家經營各類型的SRS。在救援系統中大多具備自行潛航能力，以延伸水下救援服務範圍，在提升救援載具的部署範圍上，

ROV也提供重要的裝備協助，這些ROV機械手臂幫助清除DISSUB周邊殘骸，使SRV精確的與DISSUB配對接合，將「緊急生命救助裝備」(ELSS)的應急物資送入DISSUB，延長事故潛艦水下的等待救援時間。而MOSHIP支援各類型救援系統設備，也是救援任務成功的關鍵，有了MOSHIP的平台，才得以提供吊放系統、高壓轉移設備、高壓氣體設備、通信設備及電力系統、水下載具等裝備發揮最大作用。

肆、人員逃生時相關的醫學問題

本節介紹潛艦事故人員逃生時，可能造成傷亡所經歷的醫學有關問題，大致區分環境、異常氣壓及減壓病症等三方面介紹：

一、環境²⁹

(一) 事故潛艦內部環境

在環境的因素中必須假設最差的情況，當事故的潛艦在深海陷入困境，最初肇生的原因很可能與爆炸、撞擊或與內部失火有關。如果艦體破損進水，艦內人員將迅速暴露在攝氏只有幾度的低溫，因此人員在這樣狀況下熱量將快速消耗導致失溫的危險。而爆炸、失火等外力創傷和灼傷需要的是外科和醫療人員的照護，若艦內的空氣被煙霧或者儲存的氣體洩而污染，它將逐漸惡化為氣體的中毒，氧氣的消耗導致二氧化碳持續累積。如果是核子動力潛艦發生上述意外，人員也可能受到輻射傷害，加上艦內食品存量的逐次耗用，那麼飢餓和脫水將是隨之而來

的問題。大多數問題可以由事先規劃及人員訓練使消耗被減到最小，氧氣及二氧化碳濃度比例應謹慎監控，維持在最低的消耗量，若配備乾式防水衣，更可降低失溫的危險。

正確的減壓時程表雖提供完整的減壓過程，但也很難保證是100%的安全，因為人員排除壓力問題外，仍受到很多不同環境威脅的影響，像是氣體混合比例錯誤，呼吸到有毒氣體使人中毒，就連我們所呼吸的空氣也算是混合氣的一種，空氣在1大氣壓的環境下是安全的，但是當人員隨著水深深度的增加，周遭環境壓力愈來愈大時，就容易引起氮迷醉，而氧氣在混合比例過高時亦可能產生氧中毒的情形，因此人員在不適當的大氣壓力下所呼吸的氣源若沒有經過詳細的計算控制，將發生種種可預知的中毒現象。

(二) 水下逃生外部環境

水中的生還者採用個人逃生時，即使返回水面後仍面臨多重危險，例如暈船、脫水、飢餓、海中生物的攻擊、快速失溫和溺斃等…。若潛艦上備有救生筏及防水性佳的逃生服，可提高人員的存活率。若在匆忙危急狀況下由逃生艙加壓後逃離的方式，當人員上浮的過程中身體承受的大氣壓力迅速減小，體內組織及血液中的氣體將快速膨脹，任何暴露在大於1.7絕對大氣壓力(約水下20呎)環境下的人員，將提高罹患減壓病發生的危險。如果出現減壓病徵候或有危險疑慮者，他們將安排進入MOSHIP上的減壓設備，依減壓病治療流程進行治療(或預防性治療)。

註29：M A Glover, Crescent Road & Hampshire, Diving, Submarine Escape and Rescue: The Medical Issues, <http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-077///MP-077-15.pdf>, 檢索日期：2014年12月16日。

從逃生艙逃離必須將逃生艙內注入部分的水，水位需超過逃生艙口側邊艙門，將艙內剩餘的空氣迅速加壓到目前海水等同深度的壓力，由於內部壓力與大海壓力達到平衡，側邊艙門則能順利開啟，艙內人員依序迅速穿越艙門向外海游離上浮，此種逃生方式具高度風險，可能在異常氣壓下暴露時間過長，越晚離開逃生艙的人發生減壓病的風險越高。在逃生服尚未發明前，逃生人員僅靠逃離時吸入肺部的一口氣，並在上浮期間持續吐氣上升，除了引起減壓病的風險外，常伴隨動脈氣體栓塞及肺部壓力傷等綜合病症。

若能在逃生或者救援前爭取充分的時間，採用水面供氣管提供潛艦內恢復空氣壓力是可行的，使艦內空氣循環正常，同時減壓少外力擠壓維持氣壓平衡。在2000年「庫斯克號」發生災難後，為了讓緊急的氣源能供應到失事潛艦內部，發展出艦體的鑽孔設備，將機械鑽頭固定在ROV或是水下載具上，整個組合的重量大約30公斤，可配備在典型的工作級ROV上，以大約1,000公斤的吸力吸附在失事的艦體上，接下來鑽頭馬達啟動後傳動裝置的活塞鑽頭，一旦鑽頭穿越艦體後，自動的與鑽頭切斷連結後接上空氣管路，這個裝置的使用詳載在瑞典皇家海軍的操作說明書中，並於2005年在波羅的海進行訓練試用³⁰。

二、異常氣壓³¹

我們正常所處的環境為1大氣壓，潛水員或水下載具每下潛10米，周邊將升高1個

大氣壓力，當大氣壓力增加時，氣體體積壓縮後將不斷溶入人體組織內。相反的，當潛水員水中的壓力減小或上升時，氣體體積將會膨脹，且越接近水面膨脹越快。周圍大氣壓力減小後，氣體迅速在組織及血液中擴大，如果體內過量的氣體有足夠的時間從人體組織內代謝，氣體膨脹的因素對人員將不會造成傷害。假使這些氣泡沒有充裕的時間從人體內代謝排出或上升速率過快，當氣泡膨脹速度大於人體釋放的速率，持續膨脹的氣泡將阻擋血液輸送，還可能引起微血管破裂及重要器官的損害，所以氣泡存在的時間不管多麼短暫，都可能造成嚴重的發炎和關節的腫脹。

凡是這樣的現象，臨床報告稱為減壓病，這種病症會影響人體多重器官系統且後果難以評估。減壓病的發生可以透過正確的減壓流程控制，使屯積體內的總量氣體代謝到最少，並且確保環境壓力減少的幅度維持在一個安全的速率內，甚至在某些深度應做停留以輔助氣體代謝，逐步將體內殘餘的氣體釋放並恢復平衡。在潛艦逃生或救援過程中，壓力的變化是最大的考慮因素，想控制壓力造成的問題，應做到以下幾點：

(一) 救援時人員完全避免暴露在壓力下

這樣的方式也就是選擇之前第二節所介紹的SRS才能達成，而前提是DISSUB內仍能維持衡壓及基本的生存條件，有充裕的水下救援準備時間，可讓人員在內外壓力不受改變的狀況下藉由水下救援載具將人員轉移返

註30：HYDRO-LEK REMOTE HANDLING SPECIALISTS，Submarine Rescue Drilling Machine，http://www.hydro-lek.com/press_release/Submarine%20Rescue%20Drilling%20Machine.pdf，檢索日期：2013年12月15日。

註31：同註25。

回水面，免除繁複的潛水減壓作業，這也是最理想的救援模式。

(二)使人員暴露在壓力變化量最小的環境下

由於艦體的損傷致使艦內壓力不易維持，現今潛艦技術發達，對於潛艦事故維生均有嚴謹設計，基本維生能力應達5~7日。救援時環境壓力的增加，經由SRS與DISSUB結合後，將人員轉移到「水下救援載具」加壓的收容處做初步的減壓作業，返回水面後人員再轉移到甲板上設置的SDS做進一步治療。

(三)逃生時使人員額外的氣體負荷減到最小

人員逃生必須經由艦內加壓設備使艦體內外壓力平衡，而逃生艙的設計就是如此。當人員處於加壓的環境中，身體組織就開始溶入大量的氣體分子，隨著從加壓至返回水面延遲的時間越長，體內的氣體分子就屯積越多，對人體的危害就越大，故人員逃生時應儘量縮短時程，以減少氣體溶入身體組織的總量。如果是艙間進水採取人員逃生，在無潛艦逃生服可使用時，逃生者在上升過程中必須持續吐氣返回水面。而現代「潛艦逃生服」設計有可供短時間呼吸的空氣面罩，允許逃生者在上浮期間保持呼吸迅速返回水面，使人員不因動作不熟練而嗆水導致溺斃窒息。

從預防的觀點，當人們身體健康沒有異狀時可容忍及適應環境壓力的改變，就像潛水時中耳平衡問題，而防止減壓病肇生的可能，可控制總量氣體溶於組織的時間，並管控周遭壓力下降的速率(等同潛水後上升)，

使體內組織逐漸釋放一定比率的氣體來控制，這就是潛水人員使用的減壓流程。如果潛艦外殼沒有破損，可完全避免壓力的改變，因此內部壓力的維持接近於地表的1大氣壓，這樣的情況下，適合使用水下救援載具，由DISSUB逃生艙艙口蓋連接水下救援載具，轉移人員後返回水面，在沒有壓力暴露下將不會有減壓病的風險。

一次理想的潛艦救援情況是使倖存者避免暴露在高壓環境壓力下，但並非每次救援環境均合乎這樣的作業標準，有些情形必須冒險。例如：艦體已遭受損害和主要部分艙間大量進水的情況，等待救援已不是主要的求生選擇，採用人員逃生將使救援過程更加複雜且增加罹患減壓病的風險。如果艦上人員可以獲得水下載具的救援協助，相對的潛艦必須具備內部壓力控制的能力，同時在異常氣壓的環境下轉移倖存者，並在安全的水下救援載具內採取合理的減壓程序。人員減壓的氣源可藉由高壓氧加速人體組織內氣體的代謝，救援船舶的醫療能力可能無法一次滿足整個行動中所有的倖存者，為了避免時間浪費，也可交付其他臨近備有減壓設備的支援船舶協助。

海上救援船舶必須花費長時間在事故海域待命，採取救援行動模式的選擇很多，當DISSUB深度大於180米(約5~6個大氣)或壓力大於安全的範圍時，必須採取水下救援行動。某些國家在潛艦上設計人員集體逃生艙，當事故潛艦無法控制災害繼續擴大，集體逃生艙能提供多人同時脫離潛艦上浮。若採取個別的逃生方式須藉由固定部位的逃生艙

，快速加壓至海水等同深度，人員須使用浮力設備幫助上浮返回水面，再由水面供給救援物資、裝備及器材等協助。但救援作業經常採取讓倖存者在事故艦上等待的救援作法，因為這是一項較安全的選擇，可使人減少暴露在異常氣壓及種種惡劣海象的環境下，但現況環境是否允許，則應依現實情況而評估決定。

三、減壓病症³²

水中通訊、低能見度和熱傳導等問題對逃生作業造成重大影響，通常人員上浮返回水面時，惰性氣體在人體大量累積膨脹。因此必須執行減壓義務使體內不安全的情形藉由減壓艙治療給予人員充分的代謝時間，使溶解在體內的氣體比例重新恢復正常。

許多學者對影響減壓病發生的情形深入研究，將不同暴露於高壓環境的時間劃分等級，以建立一套安全的減壓標準程序，配合呼吸預先混合氣體以及藥物的使用。萬一發生減壓病症則必須進入減壓艙進行治療，減壓程序通常呼吸間歇性的高壓氧來完成，雖有其他治療方式可進行處理，但是沒有一種方式比進入減壓艙執行治療表之減壓流程更有效。

在傷患轉運的標準程序中以空中運送為首要，利用直升機吊掛單人減壓艙，將人員運送到陸岸完善的醫療院所做治療，而單人減壓艙有其使用限制，飛行高度不得高於1,500英尺，整個航程提供高壓氧呼吸，必要時必須將各式減壓艙迅速裝在更大型的艦船上，或者運用貨櫃等運輸被設置在陸岸

適當位置。

潛艦逃生艙加壓後使內外壓力相等以開啟逃生艙門，那些逃生者魚貫而出，並以每秒3米(著逃生服時)的速度快速回到水面，逃生者花費非常短的時間上浮，使他們體內組織不致於吸收過量的氣體，所以整個逃生流程必須流暢，避免過程中有任何的耽誤致使減壓病的發生。過去已證明從水下180米逃生成功的可能性，但很少有訓練可確保每個人均能達到如此高度的要求，也只有緊急狀況下才可能貿然嘗試。採用人員逃生方式與等待水下救援載具兩者相較，人員逃生的方式將伴隨著高風險的損傷，故隨艦的醫療團隊應具有處理傷者及減壓病傷害的能力，醫療作業人員同時應配置在減壓設備裡協助治療上的安全照護。

潛艦逃生及救援協助的理想團隊，最好由潛艦逃生、救援及海底醫學領域的專家組成，因為這些團隊具有豐富經驗，可擔負減壓艙操作、逃生、救援設備及水面救援等工作，使作業能力大幅提升。在複合式的災害環境下醫療處置非僅有一般的創傷與包紮，在異常氣壓下的環境所造成人體內部的傷害多以症狀判斷，不易從身體外部觀察，因此無論採取人員逃生或等待水下救援模式，其重點均在使人員避免暴露在異常氣壓環境下，若人員不幸必須接觸高壓的環境時，執行人員減壓流程是唯一也是最有效的治療模式，但人員減壓作業非常耗時，必須具備潛水醫學專業人員配同操作，故人員獲救後照護才是生還者生命延續的保證，未來在救援作

註32：同註25。

業整備上應詳擬安全的逃生標準，人員熟稔逃生技能才是提升個人逃生存活的指標。

伍、提升潛艦救援作業能力

事實上不可能建造絕對安全的救援系統，對於救援系統的風險與安全性必須建立共同的標準，並且是這些提出救援需求國家可接受的範圍，更要做到保證救援的成功率，當然這些利益共享的團體也包括一般民間機構。所有的SRS設備必須經過嚴謹的水下模擬驗證，其宗旨在彈性運用各類救援設備來突破水下救援的困境，提供DISSUB人員一套安全可靠的救援系統。分佈在全球各地的SRS，當接獲通知均將迅速給予實質上的救援回應，SRS的經營者更應具備崇高的「人道救援精神」，因為SRS團隊不僅擔負救援DISSUB人員安全的職責，也將確保他們的生命不會再次陷入危險，而取得國際合作和共享的救援資產至關重要，才能彌補救援方面的不足，以下提出幾點問題供各界研究思考：

一、提升海上救援船舶能力

目前國內執行潛艦救援的大字型救難艦計有兩艘，為大湖軍艦及大屯軍艦，當時設計之所以能擔任潛艦救援工作，是其內部各有一座多人制的減壓艙，大湖及大屯艦皆編制水中機械兵科士官及士兵，主要負責潛水及海上救難作業。由於艦齡年代久遠，對於潛水員保命的減壓艙已無人操作，災難發生時艦隊編制「潛水醫官」將陪同出海，負責指揮減壓艙之操作(救援計畫律定)，若僅有減壓艙而無人操作，將無法發揮正常功用。目前救難艦上減壓艙多缺乏保養，若事故一

旦發生必將措手不及。

減壓艙操作亦是一門學問，生還者必須依海底深度及暴露時間來選擇水面減壓時程，或是人員已發生減壓病之症狀，即應立即進入減壓治療，治療時程的判定由在旁的潛水醫官建議採用何種治療表，再由操艙人員依選用的潛水治療時程操作，人員減壓用的氣源以純氧為主，艦上是否有高壓儲氣設備？如何在出港前備妥所需氣量？這都是救難作業時必將面臨的問題，且減壓艙平日保養不良，累積灰塵、紙類等易燃物，使用純氧極易造成爆燃危險。平日對減壓艙之通訊、視窗、儲氣槽及各氣壓閥若疏乎保養檢查，都可能在高壓下爆管破裂，不只艙內人員無法進行減壓作業，艙外的操作人員也可能受傷。在醫療空間方面也有限制，很難容納大量傷患。水面吊放回收吊桿欠缺靈活度，均是爭取救援時間的絆腳石。現今國際符合水下救援任務支援艦規格的，基本上必須配備船舶「動態定位系統」(DP)，這樣可以節省以往費時的下錨繫留作業時間。目前我軍以開放式潛水鐘進行水下搜撈，500呎長的主臍管加上150呎的漫遊臍管，為目前國內軍事潛水能力限制，潛水鐘無自身動力，只能靠艦船的精確定位，若因應搜撈作業變換錨位，艦船必將重新定位，勢必喪失更多寶貴的救援時間，難以符合作業時效需，水面載台的更新是所有海上救援的後盾，應有更更新的必要。

二、潛艦救援計畫細部考量

潛艦救援計畫於民國77年1月7日與美海軍簽署「潛艦救援發價書」，其要旨在於「

本軍具有潛艦兵力，但尚未建立潛艦救援能量；以確保潛艦官兵之任務安全及提高服勤士氣」為目的。2008年起美軍對潛艦救援設備大幅更新，與原計畫提供之救援設備能力、運輸、載具及計畫內容均與原作業有所差距，計畫擬訂每年應施乙次救援相關協調、訪問，以及納編參與作業單位以高司或實兵演練實際應變能力。但多數計畫參謀對潛艦救援作業所包括的潛水醫學、減壓程序等專業不甚瞭解，或認為藉由救援協定即可達成救援目標的錯誤想法，久而久之真正重視的程度及瞭解其重要性的人也愈來愈少，相對在潛艦救援問題因應的思考就顯得單純，造成救援先期整備停滯。

整個計畫編成「潛艦救援執行小組」，負責救援全般指揮與協調作業，我現行海上救援支援隊兵力龐大。就計畫內容解析：救援計畫重點置於全力支援原DSRV(現為SRDRS)救援系統，計畫趨向使用水下載具的救援模式，而對於基本人員逃生的可能性未有詳細琢磨，潛艦事故的種類不可預期，計畫僅考量人員於事故艦內等待水下救援載具的完美救援場景，顯得有欠周全。由於現役潛艦艦齡高達70年，艦內維生系統能力有限，人員呼吸氧氣比例的消耗快，採取人員逃生的模式也有納入考量的必要性。依據美海軍1991年版之「DSRV轉運作業技術手冊」分析，美深海救援艇(DSRV)空運抵臺估計約50小時，完成卸載、陸上運輸及艙裝至支援船舶約10小時，尚未包含事故海域定位及海象

等時間影響，這將是我潛艦水下維生能力的一大考驗，美換裝後的SRDRS是否有更快的時效運抵我機場、港口，目前未有確切的詳估數據。

我雖未能建立高精密的水下救援技術，但周邊的救援措施還是可以著手加強。在水面兵力應加強救援能力部署，慎選具有減壓設備的海上救援船隻、潛水醫官配置及減壓艙操作人員，並備有充足的減壓氣源(O₂)。雖然等待水下載具救援為首要選擇，因為這樣的救援模式可排除人員暴露在異常的大氣壓力下而進行繁瑣的減壓流程，在救援時間分秒必爭的情形下，SRDRS的艙裝抵達及作業海域的遠近均影響寶貴的救援時間，對於老舊潛艦的維生能力也是一項考驗。依逃生深度區分尚有其他方法選擇，計畫可預擬現有能力可達成之部分多加考量，再以狀況所得資訊判斷採取模式，以彌補救援時間的限制及提升救援成功率。

三、建構潛艦救援能力

救援時間的取得除了救援載具、支援船舶、裝載運輸時間、事故地點等…，另一重點是潛艦內本身設計的維生能力是否爭取充裕的救援時間。我潛艦艦齡最老的2艘茄比級已逾一甲子，相對在維生設計及人員編制均影響空氣的消耗，在事故發生時無法進行浮航充電及換氣，各項系統可能因電力逐一失效，103年1月10日海軍公布「未來十五年兵力整建願景」^{33,34,35}，茄比級將以「逆向工程」方式進行大修與性能提升，所提規劃將

註33：〈海軍兵力整建 啟動潛艦國造〉，《自由時報》，版24，檢索日期：2014年1月10日。

註34：〈潛艦國造啟動 先修老爺艦〉，《中國時報》，版4，檢索日期：2014年1月10日。

註35：〈美若不賣 海軍將自製潛艦〉，《蘋果日報》，版14，檢索日期：2014年1月10日。



圖十 為「潛艦軍官班」學員以MK-10逃生服進行著裝訓練

資料來源：作者拍攝。



圖十一 為「潛艦軍官班」學員以MK-10逃生服進行著裝訓練

資料來源：作者拍攝。

以武器及性能加以改進。對於原本艦體架構不變，系統提升後人員配置是否精簡，或縮減原本有限的空間，都將影響維生系統的評估。國際間新一代潛艦均備有多處待援維生艙間，等待救援時間可維持5~7日，使得水下救援作業上爭取更多的時間，故人員生存及逃生能量也應視為能力提升的一部分。

在「潛艦軍售」困境尚未突破，「潛艦國造」仍有長時間的空窗等待，在可能的逃生限制內選擇人員逃生是可能的，英、美在人員逃生訓練上是利用逃生塔進行，不過這樣的訓練仍有風險，目前我潛艦個人逃生均



圖十二 SPAG直接由海上搜救潛艦逃生人員

資料來源：http://www.navy.mil/navydata/cno/n87/usw/fall_winter07/downlink_3.html



圖十三 海上救生平台可暫時提供人員收容，提供充分糧食、飲水及保暖的安全空間

資料來源：http://www.manw.nato.int/boldmonarch2011/Page_BM_photo_gallery.aspx

配有單人逃生服(如圖十、十一)，可供人員上浮期間正常呼吸，可避免過去徒手吐氣上升階段嗆水溺斃的傷亡。有了個人逃生服，而水面人員集中的浮台，也是它國潛艦逃生的標準配備，可提供基本糧食、飲水及安全保暖的空間，人員集中後可增加獲救的機率。

英國及北約除了使用水下救援載具作業，也特別訓練「空降深海救難協助組」(SPAG)，提供個人逃生後的水面快速支援(如圖十二、十三)。最初是由服役於「潛艦逃生訓練塔」(SETT-Submarine Escape

Tank Training)的人員組成，他們的任務是要能夠迅速組織一支具有逃生及救援知識的隊伍，並提供DISSUB內人員與水面倖存者諮詢和協助，或是參與救災工作的任何相關救援協助。

他們收到通知後6小時內即刻起飛(英國)，24小時支援全年無休，提供在海上任何潛艦或重大事故的協助，他們能夠提供各類的現場急救和潛艦救援領域的專業知識。基本備有：2艘雙引擎充氣艇(MIB)、8×25人充氣式救生平台、冷熱口糧、急救設備、水面氧氣治療設備、對空通訊設備、GPS導航設備、水下通訊設備及艦岸通信設備。這些SPAG人員均具備海上救援及潛水醫護的能力，利用水面跳傘快速投入救援工作，毫不浪費任何救援時機，是值得學習的方向。

四、海上醫療救援先期部署

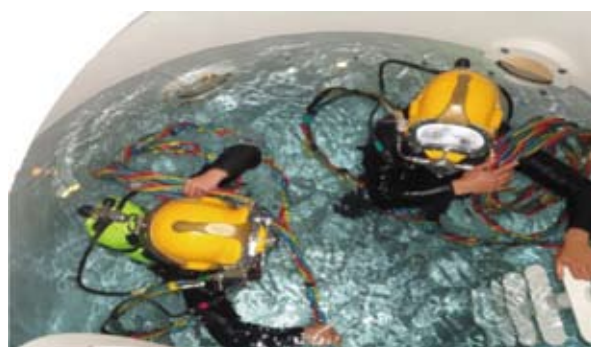
可能的情形下，SPAG人員應該是首先抵達事故海域的單位，而逃生救援船舶(Escape Gear Ship)應隨後抵達提供更完備的救援設備(包括醫療室和減壓艙)，船位部署應妥善配置，將需要救助的人員運送到其中一艘指名且距離最近的救援船，由救援船上配屬潛水醫學官進行檢傷分類、處理，減壓艙備便進行獲救或者逃生者治療使用，這樣的人員編組應在傷亡撤離和資源規劃中訂定，事故發生初期死傷可能有多重原因，傷者分類必須考慮減壓程序對其他傷害的治療需要，對可能接觸放射性物質的倖存者先行除污(指核子潛艦)也是重要的考量問題。

總之，人員身處異常的高壓環境下，從沉沒的潛艦採取逃生作為是不可避免和特殊



圖十四 學員於左營分院潛水醫學部實施190呎水面供氣潛水訓練

資料來源：作者拍攝。



圖十五 學員進入濕艙後準備進行耐壓訓練

資料來源：作者拍攝。

的情形，這樣的方式帶有重大的潛水減壓病風險和死亡率，即使現況可忽略惰性氣體對人體傷害的判斷下，即使只有1米水深的壓力快速變化，仍然有肺部壓力性創傷和的動脈氣體栓塞的危險，若將暴露於高壓環境的倖存者撤離，技術上採用單人減壓艙治療，以直升機撤離為最佳方式。

在預想可能面對複雜的災難環境，應完善編組潛水醫學、生理及物理等醫護專業人員，艙裝可用之減壓設備於水面支援艦，並妥慎規劃部署多點救援待命位置，對傷者提供迅速檢傷分類服務，這些想法均有演練與

驗證必要，以防範潛艦事故可能帶來的危害。

五、潛水醫療支援限制

國軍現行潛水醫學部門首推國軍高雄總醫院左營分院-潛水醫學部，另民間相關的也有「海底醫學會」，潛水醫學部的設立除平日提供潛水人員醫學檢查及燒燙傷治療外，也提供潛艦、救難潛水、水中械彈處理(EOD-Explosive Ordnance Disposal)、水雷清除人員(MCD-Mine Clean Diver)及水中爆破隊員(UDT-Underwater Demolition Team)適合及安全的濕艙潛水訓練場地(如圖十四、十五)，提供部隊人員耐氧、試壓最佳的訓練及醫學服務，同時潛水醫學部也在潛艦救援佔有重要的角色。計畫內艦隊下轄之潛醫官有兩項主要職責，1. 負責出勤至失事地點實施搶救人員作業；2. 負責指揮大湖(屯)救難艦及獵雷艦上減壓艙之操作。各國軍醫院待命之潛醫官負責診治後送到院之傷患，並治療各醫院間轉診之傷患。

潛水醫學部醫生多為耳鼻喉科醫生，而要真正成為具備潛水醫學專科人員，正常必須經過美國「潛水意外辨識及處理」訓練取得合格證書。除美軍售訓練外，艦隊軍醫科下轄潛醫官，必須經過左營分院潛水醫學部之潛水醫學官的訓練後，分發至艦隊負責有關潛水醫學的服務。各國軍醫院除左營分院有正式潛水醫官編制外，其餘並無潛醫官編制，均為其他部門專科醫師兼任，須經過國內「高壓氧醫學會」專業訓練後取得「潛水專科醫師」及「操作醫師證書」，而減壓艙操作技術員須取得「高壓氧設備技術員」執照。

就艦隊潛醫官主要職責分析：艦隊編制僅5員，現完成潛水醫學相關訓練的有9員，屆時將全數登艦出海指揮減壓艙操作，另艦上潛水醫官均為少、中尉，義務役與志願役人數不一，實際經驗恐有不足。而多人減壓艙均應配有「操艙人員」及陪同入艙醫療照護的「陪壓員」，一組減壓艙操作應配置2~3員、陪壓員1員(單人無陪壓員)，陪壓員陪同患者入艙視同執行潛水，曾有案例發生陪壓員入艙期間發生減壓病的情況，所以還必須觀察陪壓員入艙時間的長短，通常陪壓員不建議重覆入艙，此時可能發生操艙及陪壓人員的不足。

目前一九二艦隊具水械專長(軍士官、兵)均為合格之軍事潛水員，水下作業大隊潛水員取得行政院勞委會職業潛水丙級證照有46員、乙級證照有24員及初級救護員(EMT-1)有13員，各類證照依缺員狀況持續開班或申訓。隊員均具備基礎潛水醫學有關常識及減壓艙操作經驗，若能加以陪訓取得「高壓氧設備技術員」證照，針對具備EMT人員加強陪壓員醫療技術，均是最符合培訓的對象，將可維持艦隊應有之救援水準及吃緊的救援人力(上述能力截至2014年)。

陸、結語

經過「庫爾斯克」悲劇的發生，北約在2004年9月主導建立「國際潛艦逃生及救援聯絡處」(ISMERLO-International Submarine Escape and Rescue Liaison Office)³⁶及「潛艦逃生及救援工作組」(SMERWG-Submarine Escape and Rescue Working

註36：維基百科，NATO Submarine Rescue System，http://www.ismerlo.org/assets/NSRS/nato_srs.htm，檢索日期：2013年12月21日。

Group)³⁷，這是對海底搜尋和救援作業的過程一項重要的歷程，目前許多國家正藉由 ISMERLO 進行多邊救援演習及能力配合，潛艦事故一旦發生，藉由現今網路工具及便利的電話快速協調，ISMERLO 能即時的對外向國際發聲，ISMERLO 和 SMERWG 的重要性已被國際認同，特別是在 2005 年共同執行俄羅斯 Priz 級深潛救生艇 AS-28 沉沒事件的國際回應和幫助。中國大陸現為 ISMERLO 的成員國之一，透過積極的參與國際救援組織合作的機會過程中，以增加並改進在有潛艦救援能力及設備，期能提升至國際水準³⁸。

國際間定期透過訓練及演習相互交流，使未來在救援工作上的協調執行能順利進行，發展更健全的協調合作，並建立標準化救

援模式，像是每兩年舉辦一次的 Pacific Reach 及三年一次的 Exercise Bold Monarch 多邊聯合軍事和海上的救援演習，已成為各國在維護水下戰力安全上的保證³⁹。始於 1971 年的 Pacific Reach 跨國海上演習⁴⁰，由美國太平洋艦隊 (PACFLT) 主辦，2012 年參與的國家已多達 40 餘國，分別為北約和亞太各國成員，這樣的演習觀摩可拓展潛艦逃生與救援的國際觀，對於我救援規劃上有更多元的想法，使潛艦人員工作環境得以保障。↓

作者簡介：

陳昌宗中校，海軍官校專科 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應用研究所碩士在職生，現服務於海軍水下作業大隊。

註 37：sonistics.com，NATO Submarine and Rescue Working Group，<http://www.sonistics.com/nato-smewg>，檢索日期：2013 年 12 月 21 日。

註 38：Lyle Goldstein & William Murray，International Submarine Rescue：A Constructive Role for China，http://www.nbr.org/publications/asia_policy/Preview/AP5_SubRescue_preview.pdf，檢索日期：2014 年 12 月 16 日。

註 39：MILITARYPHOTOS.NET，Bold Monarch 08，<http://www.militaryphotos.net/forums/showthread.php?135429-Bold-Monarch-08>，檢索日期：2013 年 12 月 7 日。

註 40：Harald Sievers Zimmerling，“EJERCICIO PACIFIC REACH 2004 COREA DEL SUR”，<http://www.revistamarina.cl/revistas/2005/1/sievers.pdf>，檢索日期：2013 年 12 月 7 日。

老軍艦的故事

大明軍艦 ATA-543



大明艦是於民國 36 年由我國招商局接收，為商用拖船名為「海節」輪。該艦乃是美國 American Shipbuilding 公司建造之救助艦，於公元 1936 年下水成軍，隸屬美陸軍。

民國 44 年 6 月 6 日在臺灣淡水港由海軍接收，改名為「大明」艦，編號為 343，成軍後隸屬後勤艦隊。主要任務在執行海峽搜救，港內救火及拖帶靶船等任務。接收初期並無武器裝備，民國 48 年在馬公第二造船廠進行加裝工程時，加裝各型武器。

民國 53 年該艦改編號為 543，又服役 10 餘年，於民國 64 年元月 1 日奉令功成除役。(取材自老軍艦的故事)