

中共元級 AIP 潛艦成軍影響研析

李豫明

提 要：

一、2004 年媒體開始報導中共海軍「元」級潛艦，其裝備和瑞典哥特蘭級及日本蒼龍級潛艦類同之史特靈氣動力推進系統，大幅突破其柴電潛艦水下續航作戰的瓶頸，造成周邊國家對中共水下兵力整體反潛監偵能量降低。

每、美國近年付出一 年，500 餘萬美元向瑞典租借哥特蘭級潛艦，並進行反潛訓練及準則訂定等行動，亦 明中共海軍裝備 AIP 潛艦後對美國反潛作戰造成之壓力，有效強化中共海軍水下兵力威懾力。

涉、此型潛艦配合其他水下武器更扮演以弱對強之不對稱威脅，使未來美國 入台海議題決策更加複雜化，對我國反潛戰力更造成嚴重衝擊，實需審慎因應未來可能遭遇的此類水下威脅。

關鍵詞：元級潛艦、氣動力推進系統、AIP

壹、前言

中共解放軍海軍建軍以來潛艦兵力即為發展重點之一，從 80 年代開始以自製外購兩條腿策略獲得基洛、宋級再到元級潛艦共 30 餘艘。同時期動氣動力推進系統(AIP)研究，2000 年突破史特靈引擎(Stirling Engine) AIP 關鍵技術，2004 年開始裝備於新型元級傳統潛艦〔註一〕，迄今至少 4-5 艘成軍。隨著元級潛艦量，其傳統潛艇部隊已進入 AIP 時代，對我海軍現在、未來空中、水面載具反制能量及台海安全衝擊得深入探討。此型潛艦更扮演以弱對強之非對稱威脅特質，謹結合台灣周邊複雜海域進行探討(如圖一)，希能以本文磚引玉引入更多討論，使 AIP 功能更為人知，期能達到「知己知彼、百戰不殆」目標。

貳、中共傳統潛艦能量

一、潛艦最大優勢就是「匿蹤」與「存活性高」，較其他載台有相對「先立於不敗之地」之優勢。為中共軍方傾全力發展之主要不對稱性兵力之一，期能有效反制潛在競爭者全面優勢軍力。但在中共海軍元級 AIP 潛艦出現之前，水下兵力(除少數核動力)總數量近 60 艘〔註三〕。因中共明級及宋級柴電潛艦受限水下續航力(全電量水下航程 250-400 哩)〔註四〕，平、戰時航行需要反覆上浮充電，過程中暴露率相對過高，肇始生緣率較低等問題；更因中共海軍諸多戰略出海口等均受到淺水海域及周邊國家包圍，海洋環境地 位置所生限制，無法有效因應，而亟思相關反制作為。

二、由於中共海軍進入太平洋主要通道均受到第一島鏈位置限制，此海域除受周邊國家控制，基本上仍受制於美國海軍。故中國大陸周邊海洋環境對其海軍運作可謂影響甚鉅，進入印度洋通道亦受到南海周邊國家牽制和 緣蘇六甲、巽它及龍目等要道限制進出。南海地 定了「中共海軍僅能維持在南中國海、東及 海優勢，緣難突破走出」。此一地 戰略及位置為「中國關切台灣未來的主要原因及動力之一」〔註五〕。當然亞丁灣 盜提供中共海軍進行遠海練兵、維護海上安全航道及突破前述地 戰略限制的正當性及機會。惟對重要海權國家而言，關注中共海軍主要原因，並非是中國當前有限藍水作戰能力或其潛在航母項目，而是在爆發危機或衝擊時，配合 AIP 潛艦為主的中共解放軍，可否有效突穿亞太海域日漸強化的區域封鎖能力，打破美國在此區域建立的安全體系，成為區域穩定及海上安全的最大的威脅〔同註五〕。

緣境整體地 戰略態勢，使中國大陸處於 線，而美日處於外線，擁有先天的海洋地理及運用優勢。中共海軍緣有效解決前述地 戰略困境，台灣實是中共海軍突破包圍圈的關鍵。因為只要控制台灣，中國就能有效向「第一島鏈」之外投射軍力〔註六〕，影響日本及韓國對外最重要生命能源線，及搖動美國在區域建立安全骨牌，實際影響美國區域的主要利益。

(一) 中共海軍潛艦部署與台灣周邊海域海洋環境關連

對潛艦而言，在淺水海域行動而不被發現是非常具挑戰性。潛艦運用成熟的國家，均試圖培養及訓練潛艦能有效在淺水海域 執行任務，達到最大作戰效益。從中國大陸北、東海岸線到沖繩海槽間海域平均水深僅 0-120 公尺〔註七〕

以東海艦隊潛艦為例，舟山基地出發，周邊海域平均深度約 60 公尺，到最近沖繩海槽深水海域約需航行 430 公里，如再轉至台灣東部海域總航程約 1,230 公里(如圖二)。考量潛艦水下作戰安全因素，一般在電瓶充電量在 50-60%即需再進行充電措施〔註八〕，即使安全海域可以潛望鏡航行，依前述想定傳統潛艦仍需至少 1-2 次充電，大幅增加被偵測機率，並喪失其隱密特性。

北海艦隊潛艦兵力受中國北部海域平均深約 60 內黃內的 海大陸棚 限制航行，如要向南支援作戰任務，受到空中兵力保護沿岸安全航線，再轉至適切深水(如需要)海域執行任務。但依航行距離及海洋環境等因素綜合考量，同前述東海艦隊想定類同，至少 1-2 次充電，增加被偵知機率影響安全及任務遂行(如圖三)。

未來如需北海艦隊潛艦牽制日本海上兵力，中共潛艦至少需航行 500 公里方可能至到深水區，至少需 1-2 次航行充電(如圖四)。

南海艦隊潛艦部隊從海南島或附近基地出發，全程水深足且部分海域並在空中兵力掩護。往台灣南部航行，在東沙島以西在台灣東南部周邊海域範圍(約 400 公里)，因我空中、水面(含反潛)力量的強化，考量安全及隱密因素，研判潛航為重要條件，但就水下作戰安全及海洋因素考量，到作戰海域前，潛艦或需 1-2 次充電，當然如需到台灣東北海域執行任務，則潛艦定需增加充電次數(如圖五)時，面對我國與美日空中反潛力量威脅。即使順利經巴士海峽，在台灣東部及琉球海域，已位於密集部署的空中反潛巡邏區。未來即使到達作戰海域，所面對的局面與東海艦隊水下兵力一樣窘困。面這此態勢，南海艦隊潛艦，在南海可對台灣船舶進行遠距封鎖及台灣南及西南海域執行任務外，對台灣東部支援作戰受限，或將減弱中共潛艦部隊整體作戰能力和規劃。中共北、東海艦隊所屬潛艦部隊受限於島鏈地理環境限制，經常性受到監控下活動，即使在淺水區域受到空中兵力保護，得以隱蔽突穿進入沖繩海槽，仍會受到 P3C 機等在 整體反潛監偵系統監偵，且 3C 機反潛巡邏區 縱深超出一般柴電潛艇一次充電後的水下最大續航力，更不要 向東突破第一島鏈，到國際航運區域進行巡監偵或作戰任務(如有必要)。故中共北、東海艦隊潛艦無論是向東南進入台海東部作戰，還是向東經琉球列島進入由美國海軍監控及影響、並對日韓等國非常重要國際海上航線作戰海域，均非容易的事。

南海艦隊柴電潛艦進入安全海域遂行任務之距離和水深雖然較易，此海域亦為中共能源生命線所在與區域各國重要利益重疊，故未來發生衝突時，除非美中兩國進行遠距封鎖造成此海域不安全及不穩定現象，可能激起眾

怒並造成重要利益受損舉動，故在此恐怖權力平衡下各國視此海域為「公共財」(Public Goods)而維持基本航行自由是可能的。如果美國先採取遠距封鎖則另當別論(同註七)。

## (二) 區域國家對中共海軍整體反潛能量評估

越南、馬來西亞及新加坡等南海周邊綜合國力及財力雖稍具規模國家，僅能以合縱連橫的非對稱性政治及軍事作為，企圖減弱中共在此區域快速成長的政治及軍事影響力。強化與美國結盟並拉近與日本、印度的安全合作與軍事演習；國防上，則以向外採購先進潛艦為主，以求自保與維護國家利益。

比較美日韓在東北亞海域密集部署高科技整體反潛作戰載具、裝備及高偵巡密度，第一島鏈最薄弱的環節在南海正面，主要從巴士海峽到菲律賓群島正面海域。年來中共海軍大幅強化南海空中、水面及水下兵力部署，確保能突破周邊國家在此區域整體反潛作戰之罩門(Achilles' heel)，進入太平洋廣大海域直接威脅日韓能源生命線，以及戰時台灣兵力保存海域及美國海外基地安全。故美海軍規劃未來在菲國上空部署雷達、電偵等功能飛艇，以能掌握到台海附近大面積海域之可能不明水面及水下目標，彌補前述反潛能力薄弱海域的反制措施。

## (三) 小結

反潛作戰最困難部分，就是預警偵知階段。美國在此區域整體反潛監偵能量建立，包括重力、磁力、電偵、雷射、雷達等不同非音響能力之衛星系統、空中反潛機偵測裝備(雷達、紅外線及電偵等裝備)及各類型主被動聲納裝裝備並組構成立體反潛網路(ASW GRID)「水下動態度」提供反潛部隊運用，使中共柴電潛艦在淺水海域航行或充電期間(不論時間長短)，暴露率及暴露時間大幅增加。周邊國家反潛能量，在第一島鏈區域高密度部署快速反應之P-3C反潛機，在其反潛巡邏區可制壓傳統潛艦活動及展開協同反潛作戰能力。柴電潛艦存在電量不足，或者充電未完成的不利情況，難以進行水下較長時間及較高速度的隱蔽突破動作。暴露下的柴電潛艇規避成功率和生存率將是很不利的。

故日、美及我國的P3C(或未來P-8、P2反潛機)空中反潛機及前述其他整體反潛監偵裝備，未來在台海及第一島鏈周邊海域的如能整合一體反潛監偵勢態，將對中共海軍在此區域活動之傳統柴電潛艦部隊，形成長期戰略性制壓態勢及快速反應(如圖六)。

我國P-3C空中反潛機成軍後，除正常巡邏任務，配合預警及適切分工，如可整合為區域整體反潛作戰能量及體系，可達反潛戰力倍乘目的，使中共海軍水下部隊的不利作戰環境更進一步惡化；中共海軍針對前述劣勢，會採取多方面反制作為以平衡此一不利局面。以中共掌握造艦技術、先進推進系統，符合世界海軍潛艦發展方向，達到強化隱密及存活性等綜合因素研析，潛艦加裝氣動力推進系統實為中共進行反制前述劣勢的主要措施之一。

## 參、中共氣動力推進系統之能量

### 一、源起及數量推估

中共海軍從1980年代開始研究史特靈引擎氣動力推進系統，安裝明級潛艦進行測試，並於2002年成功展示史特靈引擎，經2萬小時運轉測試，2004年首裝於元級潛艦(同註一)，迄今中共海軍至少已有4-5艘元級潛艦成軍，依此建造速率在2015年前至少10艘以上可成軍。且如有作戰需求，可將宋級潛艦加裝氣動力推進系統段，增加水下作戰效益及反制周邊國家整體反潛作戰能量〔註十〕。

### 二、中共元級潛艦較宋級等潛艦已大幅精進靜音及機動性之能量〔註十一〕

(一) 選採用國際先進柴電潛艦使用之滴型艦體、十字舵並結合單軸單舵推進型式，有效降低航行時因艦體阻力生之寬頻噪音(柴電潛艦主要噪音來源)，強化匿蹤性及水下迴轉等機動性。

(二) 從宋級自製潛艦開始，使用了更先進消音瓦及工藝能量加裝消音瓦改良艦體靜音能力。元級潛艦在施工工藝、消音瓦吸收顏寬及能量上有效提升，能更有效減少艦體噪音，強化匿蹤能量。

### 三、綜合不同類型氣動力推進系統(AIP)基本特性〔註十二〕

持續航行距離：以1,500噸潛艦，AIP速率5節(9公里/小時)速度，最大航行時間14日。最大航行距離至少3,024公里(約1,720浬)，速度：6節以下，噪音：潛艦動氣動力推進系統時噪音可再降低(如圖七)。

### 四、中共潛艦氣動力推動系統—史特靈系統基本特性 明

瑞典海軍哥德蘭級潛艦為各國潛艦運用史特靈動力推進系統最成熟國家，日本蒼龍級、中共元級潛艦與瑞典潛艦使用相同史特靈氣動力推進系統，兩者發動機性能應相近〔註十四及十五〕。

史特靈引擎燃料是柴油氣化為液態氣，只要能持續獲得補充，運用此型AIP潛艦的水下續航力亦將大幅提升。但因為熱引擎(Heat Engine)溫完成動力轉換需將高廢氣排出，較其他AIP系統生相對較高紅外線信號，故在淺水水域航行時，可能生波及紅外線信號源，增加被空中衛星或反潛機型偵蒐器偵測的機會〔註十六〕。

雖然中共海軍元級潛艦裝備史特靈氣動力推進系統初期使用效率可能較差〔註十七〕。從料敵從寬及中共科技能量研判，假以時日，應可成熟運用此系統。元級潛艦水下不充電續航能力，直接關係到空中衛星及反潛機偵潛能量。基本上，各國使用氣動力推動系統續航力相近，綜合瑞典史特靈及德國燃料電池兩類型水下作戰續航力，評估元級潛艦可能水下續航能力數據，並將其做為中共元級潛艦水下續航力的估計是相對可行的假設。

### 五、中共元級氣動力推進系統潛艦的優勢

元級AIP潛艦成軍，對中共海軍潛艦部隊戰力很有助益，特別是其水下兵力在淺水海域進行活動之戰力有明顯的提升，可能改變原在第一島鏈水下作戰的相對劣勢。我國如何因應中共元級潛艦威脅？我海軍水面及空中反潛兵力最具反潛能量為P-3C反潛機，可快速反應對水下目標進行偵知、分類及定位，亦可獨立運用先進雷達、紅外線偵蒐器及聲標等，對大面積海域進行長期、高效率的搜索及制壓功能。現衛星及空中載具均裝備合成孔徑雷達及/或紅外線等先進裝備可對淺水海域水下目標包括「波航跡」或熱源等信號進行有效監偵，對反潛作戰非常重要(同註十六)。

東海艦隊潛艦AIP航行至可能作戰海域航程約1,250公里，其中包括710公里淺水及受他國控制戰略水道，如以非元級柴電潛艦需多次充電，被偵測機率大，極可能喪失隱密優勢。但如以元級潛艦，水下不充電續航力可達3,000公里，即使達到前述作戰海域仍至少還有7-10天水下不充電持續作戰能力，可改變前述潛艦之劣勢，而大幅增加水下作戰隱密及出人意料的效果。此外台海周邊海域經常受到季風氣候，海洋及水文環境多變，加上海底地貌複雜等因素影響大，本來對反潛作戰就是不利的態勢。

南海艦隊元級潛艦亦可較其他型式柴電潛艦有更大存活及作戰效益，可支援在台灣東部周邊海域水下作戰，進而改變周邊海域潛艦實施反封鎖或反制我海軍東部海域進行制海作戰能量及態勢之可能性。

區域國家從菲律賓至琉球東邊海域海上交通線安全維護，亦可能因元級潛艦水下不充電長程續航力，大幅降低突穿淺水海域或反潛機巡邏海域潛艦可能暴露被偵知機會，未來台海衝突中周邊國家在水面部隊之部署安全性將大幅增加。

肆、結語

中共海軍潛艦部隊在部署一定數量元級潛艦，會對我國及相關國家水下作戰戰略態勢造成一定威懾力和作戰效果。雖然實際作戰效果會受到戰場中海洋環境、政治等複雜因素、美日加強東海的情報交換和警戒監偵行動

〔註十八〕及各國海軍亦部署同類型或美國核動力潛艦之抗衡效果(同註七)等影響。但是隨著中共海軍元級AIP潛艇的投入，將顯著提升中共海軍潛艦部隊作戰能力，以往在戰略態勢上相對於空中反潛兵力處於劣勢的失利地位，亦會逐 獲得改善。

面對中共海軍新一代元級(AIP)潛艦成軍，嚴格檢驗海軍整體反潛作戰能量，除P-3C反潛機外，我國現有水下、空中載具和其他資源受限於老舊裝備有限的能量、不適切訓練及過時戰術及組織，恐使個別載台或裝備很難對中共海軍先進柴電潛艦反制有突破作為。未來P-3C空中反潛機成軍後，如何整合運用更先進雷達、紅外線及主動聲標等裝備訓練、協同作戰及適時戰術發展至為重要，但恐已緩不濟急。另如何運用及配合軍方、學界、科技界等日漸普及運用之衛星(雷達、紅外線及多光譜等能量)資訊，即使非即時，仍可使資料軌跡中獲得提示而對整體反潛作為可能提供預警與助益。

註釋

註一：《美國珍氏國防週刊》報導，2008年5月。

註二：成鵬等，〈台灣東北海域海洋冷渦漩現象對水下作戰之研究〉，《海軍學術雙月刊》，第3卷，第5期，民國98年10月1日。

註三：Richard Fisher, The Implications of China's Naval Modernization for the United States, Testimony before the U.S. -China Economic and Security Review Commission. 2009.6.11.

註四：2009年WorldPress-Chinese Strategies policy and interintional politics the sources of energy.論壇；AIP submarines to the Chinese Yuan-class submarine force's combat power multiplier專文。

註五：澳洲戰略政策研究所高級研究員拉赫曼博士研究報告，2010年4月28日。

註六：〈通道被鉗制須建大型艦控制出海通道〉，《國際先報》報導，2010年4月26日。

註七：美智庫CSBA，「空海作戰」論文，2010年5月。

註八：Fahrettin AKBORI, 〈AUTONOMOUS-AGENT BASED SIMULATION OF ANTISUBMARINE WARFARE OPERATIONS WITH THE GOAL OF PROTECTING A HIGH VALUE UNIT〉，美海軍工程學院碩士論文，2004年3月。

註九：維基百科全書，有關潛艦專文中氣動力推進系統 明 容。

註十：2007年3月，中國大陸科技日報報導(Science & Technology Daily), One of China official newspapers, publish a news story, which showed that China has used Stirling Engine as AIP power for PLA navy newest Type 039A conventional Submarines.

註十一：AIP元級潛艦大批列裝前線文，2010年4月25日，www.wforu.com。

註十二：Milan Vego教授著，〈The Right Submarine for Lurking in the Littorals〉，《美海軍月刊》，2010年6月份。

註十三：美海軍情報室公佈“PLAN :A Modern Navy with Chinese Characteristics”，2009年8月。

註十四：中國的「元」級潛艦(台灣海軍的確需要新的潛艦) Type 039A/B (Yuan Class) Diesel-Electric Submarine, 2010年2月10日。

註十五：瑞典Kocum潛艦設計公司，〈From a submarine point of view〉文章。

註十六：彼得·J·布朗，〈美國衛星追蹤中國潛艦〉，香港亞洲時報報導，2010年5月13日；另2010年5月16日環球日報報導：〈中國潛艦將在美軍衛星下「暴露無遺」〉文章；美國1990年代衛星驗證已可在25公尺深度以下海域中0.006度攝氏的 度變化，現技術已更加成熟。

註十七：2010年4月21日，報導中國大陸4月份「民工科技」雜誌訪問 容。

註十八：2010年5月27日英國廣播電台(BBC)，日美同意加強東海情報交流和戒備之報導。