

中共潛艦工業基礎— 具中國特色的國家主導創新(上)

作者：莎拉·基奇伯格(Sarah Kirchberger)博士

譯者：翟文中先生。

本文取材自美國「海軍戰爭學院」-中國海事研究所第31號報告《中共潛艦工業基礎：具中國特色的國家主導創新》(China's Submarine Industrial Base: State-Led Innovation with Chinese Characteristics)，2023年9月出版，本文屬公開出版品，無版權限制(囿於篇幅，分上、下篇刊出)。

提 要：

- 一、近年來，中共造船工業透過對研發的堅定承諾、與改善三個潛艦造船廠的生產設施(包含葫蘆島「渤海造船廠」、武漢「武昌造船廠」與上海「江南造船廠」)，在支援潛艦部隊現代化上取得了重大進展。
- 二、即令中共在潛艦工業基礎提升上做了巨大努力，然潛艦設計與建造仍存在著若干問題亟須克服，主要在艦船推進(由船用主機至燃料電池)與靜音性能兩個領域，兩者係決定潛艦作戰能力的關鍵因素。
- 三、中共曾由國外引進潛艦先進科技，惟在「中」、美對抗加劇的情況下，美國為首的西方國家將全面關閉此一途徑；而隨著與俄羅斯關係日趨密切，透過政治與經濟手段的綜合運用，為中共克服潛艦技術瓶頸，開啟「機會之窗」，其有相當機會取得俄國水下科技機密，發展值得關注。

關鍵詞：中共潛艦、軍民融合、中共造船工業、中共潛艦科技

壹、前言

中共從事水下作戰系統設計與製造的工業體系與研究機構，由於雜亂擴張且資訊不透明，因此甚難對其規模進行確認及相關分析。1989年「天安門事件」後，西方國家對中共實施武器禁運，致長期引進

國外先進科技的管道嚴重受阻；然受惠於國家資金大量投入、國有銀行與海內、外民營上市公司間錯綜複雜的交叉持股，及學術研發社群的深度連結，中共運用超越傳統間諜活動的巧妙手段，付出巨大努力後，終克服關鍵武器科技的技術瓶頸。¹ 水下作戰科技被中共列為戰略優先項目，

註1：關於中共運用各種合法、非法與法外(extralegal)策略的細部分類，參見William C. Hannas and Huey-Meei Chang, "Chinese Technology Transfer-an Introduction," in William C. Hannas and Didi K. Tatlow(eds.), China's Quest for Foreign Technology: Beyond Espionage (N.Y.: Routledge, 2021), pp.3-20。

其研發享有最高水平的政治支持。²

潛艦建造含括各項關鍵次系統技術細節，均被所有潛艦國家列為機敏資訊；而中共對軍事事務具高度保密的組織文化，這種情形甚至擴及至各個不重要議題。由於缺乏公開預算、壟斷不透明的採購流程，加上建造流程「秘而不宣」，使得中共潛艦採購相較多數國家，更加不為人知；分析家有時只能透過衛星影像或無意洩漏之影片，得知中共新款潛艦問世，且多已在建造完成階段。在缺乏透明度情況下，外界甚難對中共建造中的水下作戰系統真實戰力進行評估；在此同時，中共領導者渴望對外投射其在技術獲得驚人突破的印象，尤其軍備製造取得進展，經常被用於此目的。因此，北京試圖在兩個矛盾目標間取得平衡：當對外宣揚科技突破、傳達其成為軍事強權時，同時能夠保有潛艦建造各項技術秘密；在這情況下，中共慣常向外界釋放武器計畫進展的虛假資訊，將其做為「資訊戰」的一種手段。³

儘管有這些限制，大量的公開資訊仍可間接取得涉及中共潛艦與反潛作戰相關

的軍工產業。此外，張貼於中共各大學網站上，針對技術本業畢業生的人才招聘廣告，亦提供特定公司或研究單位，關於設施、人員設置與經營領域具價值的細部資訊。再者，中共海外次系統供應商的資訊與潛艦海外客戶，如泰國、巴基斯坦與孟加拉等國的操作經驗報告，亦可產出對其水下作戰系統真實與宣傳能力說明的重要、第一手資訊。本文以前揭與其他型式公開取得素材為主，並以作者與西方工業主管與潛艦作戰專家會談意見補充，⁴透過中共軍備工業運作現存知識，與來自其他國家建造潛艦推論的結合，企圖或至少能建立一個部分圖像，說明中共潛艦工業的當前趨勢、研發成果與現存技術瓶頸。此外，亦可對中共未來艦隊發展涉及的作戰意涵，提供若干審慎評估。

貳、中共潛艦建造基礎設施

過去二十年間，中共海軍造船廠取得了重大的進展，⁵雖然，產能過剩與官僚低效率的情況持續存在；但透過與國外技術夥伴在商船設計與建造的合作，「中」

註2：Sarah Kirchberger, "China's Undersea Warfare," Testimony before the U.S.-China Economic and Security Review Commission Hearing on China's Pursuit of Defense Technologies: Implications for U.S. and Multilateral Export Control and Investment Screening Regimes on 13 April 2023, https://www.uscc.gov/sites/default/files/2023-04/Sarah_Kirchberger_Testimony.pdf, last visited at April 25, 2024。

註3：James Bussert and Bruce A. Elleman, *People's Liberation Army Navy Combat Systems Technology, 1949-2010*(Annapolis, MD: Naval Institute Press, 2011), p.2。

註4：來源包括坊間出版的工具書、衛星影像與其他目視證據(visual evidence)分析所得的結果，中共科學期刊文章、西方和中共及俄羅斯的新聞報導、中共工業與研發單位的官方網站、人才招聘廣告、國防工業展與會議蒐集的海軍武器系統相關廠家廣告小冊與簡報資料，以及與來自工業與軍事社群，從作者與水下作戰專家的專業訪談。

註5：Sue Hall and Audrye Wong, "Key Factors in Chinese Shipyards' Development and Performance: Commercial-Military Synergy and Divergence," in Andrew S. Erickson(ed.), *Chinese Naval Shipbuilding: an Ambitious and Uncertain Course*(Annapolis, MD: Naval Institute Press, 2016), pp.75-106, p.81ff。

方造船廠大體已完成全面現代化。中共海軍主要船廠的各項設施已進行大幅提升，其性能與全球造船業龍頭日本與南韓的水平相當；此外，其造船廠亦引進現代化設計與方式建造船舶，例如「模組化施工」(modular construction)與先進設計軟體，並成為標準工法。⁶過去數年，衛星影像顯示海軍主要造船廠，大量擴建許多嶄新造船基礎設施。除建造潛艦船體的船廠外，眾多的設計、研發與生產設施，亦對造艦做出具體貢獻，且在水下作戰系統發展上亦著墨甚深。

一、潛艦建造船廠

中共有6個造船廠從事海軍艦艇建造，3處負責造潛艦，其中葫蘆島「渤海造船廠」(遼寧省)與「江南造船廠」(上海市)皆位處海岸附近；另武漢「武昌造船廠」(湖北省)位於內陸城市的長江江畔，且由江南造船廠即可溯江而至。

(一)渤海造船廠

1. 中共各型核動力潛艦均由「渤海船舶重工有限公司」(簡稱渤海重工)位於葫蘆島的「渤海造船廠」承建。依2017年該公司官網資訊顯示，該船廠占地3.6平方公里，擁有最大的室內造船台(covered berths)、2座30萬噸級乾塢、一座15萬噸

級半塢式船台(semi-dock building berth)、一座5萬噸級浮塢及其他設施。

「渤海重工」亦具建造40萬噸級以下各型船舶能力，年造船量可達400萬噸。除建造海軍與商用各型艦船外，該公司亦從事修船、鋼結構加工、冶金與水電設備製造與核電廠裝備生產等業務；值得注意的，該船廠將其描述為「一個國家級重大技術裝備國產化研製基地」，這間接指出其在「軍民融合」中所扮演的角色。「軍民融合」被視為中共軍事科技創新戰略的核心，其目標係借助商用技術創新，加速軍事現代化進程，並讓中共翻轉成為一個科技強國。⁷

2. 近來，該廠進行大規模填海造陸工程，2016年時更快速地建造一個大型廠房，此舉立刻引發外界對「中」方將加速進行潛艦製造的眾多臆測，其後也確認此廠房生產的首艘潛艦將於2023年1月下水。⁸2022年初，衛星影像顯示一個嶄新港口開始施工，相信未來在加速潛艦建造過程中，可提供更大生產能力。⁹雖然，中共下一代核動力攻擊潛艦(095型)與核動力彈道導彈潛艦(096型)均已開工建造，但在其建造初期能獲得的衛星影像卻相當罕見，即令有時可從廠房外面對其進行觀察，

註6：Andrew S. Erickson, "Introduction: China's Military Shipbuilding Industry Steams Ahead, on What Course?," in Erickson(ed.), Chinese Naval Shipbuilding, pp.8-10。

註7：參見<https://web.archive.org/web/20170420112250/http://www.bsic.com.cn/Home/CorpSummary/>。「渤海船舶重工」官網(bsic.com.cn)似乎多年前已下線，目前其被列在「中國船舶集團有限公司」官網(<http://www.cssc.net.cn/n11/index.html>)下屬單位，惟該官網同樣未列出該公司相關資訊。關於「軍民融合」戰略，參見Richard A. Bitzinger, "China's Shift from Civil-Military Integration to Military-Civil Fusion," Asia Policy, Volume 16, No. 1(January 2021), pp.5-24,7-8 ;<https://www.rsis.edu.sg/wp-content/uploads/2022/05/Asia-Policy-16.1-Jan-2021-Richard-Bitzinger.pdf>, last visited at April 25, 2024。

但仍無法得知內部進度。

(二) 武昌造船廠

1. 船廠位於武漢市中心，負責傳統動力潛艦的設計與建造，近年更在舊廠址長江下游江岸處建立一個新廠，根據衛星影像分析，新廠面積較舊廠大了近10倍，在長江江岸綿延超過2.4公里。¹⁰該船廠新廠區似乎自2012年起即開始造艦，2015年已完成水面艦建造，廠區尚增建用來建造「元級」(039A型)潛艦的加頂廠房。研究人員觀察證據後指出：「數艘軍艦同時建造中」，顯示該廠可能如建造水面艦般，已為潛艦建立大規模生產線，並指出「武昌造船廠」較世界其他國家船廠，擁有更大的潛艦建造能量。¹¹

2. 「中國船舶集團有限公司-701所」

位於武漢，其係負責傳統動力潛艦設計的最主要單位，位處該地的尚有負責核動力潛艦設計的「719所」，只是中共海軍各型核動力潛艦均由位於葫蘆島的「渤海造船廠」承造。

(三) 上海江南造船廠

1. 「江南造船廠」現已搬遷至上海長興島的新建廠區，面積11.5平方公里，相較舊廠區僅有7.3平方公里。¹²海軍造船廠位於民用造船區內占地約1.4平方公里，潛艦建造則於加頂廠房之內進行。¹³雖然，2008年起該廠才開始運作，但船廠承接海軍數個引人注目的大型水面艦計畫，特別是「003型」航空母艦的建造工程，¹⁴2019年12月，衛星影像顯示至少9艘新戰艦與1艘「遠望級」航天測量船靠泊在長

註8：參見「環球戰備」系列電視短片〈中國原子彈大踏步向前，渤海造船廠暴露秘密：六艘核潛艇同時建造！〉，影片中可看到「渤海造船廠」的現代化焊接與造船設施(25 October 2020, <https://www.youtube.com/watch?v=K-nyrGTZSZU>)；卡爾森(Christopher P. Carlson)原認為這些廠房應與商業計畫而非潛艦建造相關。撇開其他問題不計，其對衛星影像進行分析指出，廠房地基過於軟弱無法支撐核潛艦的艦體重量。2023年4月23日，根據接收自卡爾森個人通聯內容可知，前揭分析中提及的關於潛艦建造廠房地基問題的各項質疑不復存在，包括阻擋進入乾塢約6公尺的封牆已於2017年中移走；2019年11-12月，中共建造一艘下水駁船(launch barge)與始自該廠房的搬運系統軌道；軌道寬約6.8公尺，足以將整艘潛艦由建造廠房移至下水駁船；應已使用「活性粉混凝土」(reactive powder concrete亦稱高性能混凝土)，其強度較原分析中假定的「高強度混凝土」(high strength concrete)至少高出2倍；2023年1月，新造廠房就下水1艘新造潛艦，參見Christopher P. Carlson, "Bohai Shipyard Expansion: New Assembly Line or Nuclear Submarine Production?," Admiralty Trilog website, 20 July 2017, <http://www.admiraltytrilog.com/pdf/Bohai.pdf>, last visited at April 25, 2024。

註9：H. I. Sutton, "Further Expansion of China's Nuclear Submarine Shipyard," Covert Shores, 5 January 2023, <http://www.hisutton.com/Chinese-Navy-Huludao-Expanding-202301.html>, last visited at April 25, 2024。

註10：H. I. Sutton, "China Increases Production of AIP Submarines with Massive New Shipyard," Naval News, 16 February 2021, <https://www.navalnews.com/naval-news/2021/02/china-increases-production-of-aip-submarines-withmassive-new-shipyard/>, last visited at April 25, 2024。

註11：同上註。

註12：H. I. Sutton, "Chinese Navy Growth: Massive Expansion of Important Shipyard," Naval News, 15 March 2022, <https://www.navalnews.com/naval-news/2022/03/chinese-navy-growth-massive-expansion-of-important-shipyard/>, last visited at April 25, 2024。

註13："Analysis of Jiangnan Shipyard," CSIS, 17 December 2018, <https://www.csis.org/analysis/analysis-jiangnanshipyard>, last visited at April 25, 2024。

註14：2020年11月14日，中共「CCTV 7」(軍事頻道)首映紀實電視影片〈揭秘中國最大軍工造船廠：走進江南造船探秘國之重器〉，展示該船廠的巨大造船能量與世界級的造船設施。



圖一：中共海軍「元級」潛艦(由左至右，分別為039A、039B、039C)

資料來源：參考〈039A/B/C元級柴電攻擊潛艇-圖片集〉，MDC軍武狂人夢，<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/china/039ab-pic.htm>，檢索日期：2024年5月28日，由作者整理製圖。

興造船廠。¹⁵

2. 除商船與海軍水面艦繁重造船工作外，該廠亦與「武昌造船廠」從事建造部分「元級」(039B型)潛艦，此外該廠亦涉入嶄新的「039C」型系列潛艦的建造工作(如圖一)。就此觀之，「江南造船廠」在各型潛艦原型艦的設計與艤裝上，扮演一定的角色。2018年10月，該廠發表1艘「無帆罩」(sailless)新潛艦下水典禮的視頻，根據公布資料艦長約46公尺。分析家們指出，這艘潛艦可能是一艘超大型「無人水下載具」(extra-large unmanned undersea vehicle, XLUV)，或是一艘有人操作「無帆罩」設計的測試潛艦(如圖二)。此種「無帆罩」設計潛艦包括瑞典A21「比目魚」(Flundran)潛艦、「法國海軍



圖二：中共海軍無人潛艦

資料來源：刀口，〈絕對震撼！中國海軍無人潛艇曝光〉，每日頭條，2019年7月29日，<https://kknews.cc/zh-tw/military/6a2j5pm.html>，檢索日期：2024年5月29日。

集團」(French Naval Group)「SMX-31」概念潛艦，與更早的蘇聯海軍「673型」試驗核潛艦，¹⁶前揭各型潛艦仍停留在圖紙階段，但中共「無帆罩」潛艦卻已建造完成。

3. 由於江南造船廠位於武昌造船廠下

註15：H. I. Sutton, "The Chinese Navy Is Building an Incredible Number of Warships," *Forbes*, 15 December 2019, <https://www.forbes.com/sites/hisutton/2019/12/15/china-is-building-an-incredible-number-of-warships/>; Vinayak Bhat, "High-Speed Production: Chinese Navy Built 83 ships in Just Eight Years," *The Print*, 20 September 2017, <https://theprint.in/defence/chinese-navy-built-83-ships-8-years/10416/>, last visited at April 25, 2024。

註16：〈中國公開疑似新型「無頭」潛艇，外媒：它只用鋰電池〉，新浪軍事，2019年7月10日，<https://web.archive.org/web/20230328143835/https://mil.news.sina.com.cn/jssd/2019-07-10/docihytcitm0912066.html>; H.I. Sutton, "The Chinese Navy's New Mystery Submarine," *Forbes*, 9 October 2019, <https://www.forbes.com/sites/hisutton/2019/10/09/china-navy-new-mystery-submarine/>, last visited at April 25, 2024。



圖三：中共海軍最新版「039C」型潛艦

資料來源：楊幼蘭，〈陸039C潛艦搶第一 採用這無敵隱形新技術〉，中時新聞網，2023年11月25日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20231125002185-260417?chdtv>，檢索日期：2024年5月29日。

游，長江上有時可看到不明型式潛艦，其可能係前往上海進行艤裝工程，2022年2月，視頻出現一艘外部線條與整體樣貌類似S200與S600潛艦的小型不明潛艦，兩型潛艦曾出現在2017年泰國曼谷舉辦的國防與安全展覽。¹⁷中共海軍無意取得這些新造小型潛艦，一種說法即是將其做為技術展示品，用以推動對外出口，在海軍出口市場這不是什麼新聞，由於海軍對採用原

型設計特別地謹慎，尤其是未經認證的潛艦科技；因此，透過「建造與認證」(built and proven)，更容易行銷。¹⁸

4. 另一個例子是2021年，在武漢與上海的長江江面，發現一艘扁平帆罩的大型不明型式傳統潛艦，¹⁹2022年7月，這艘被證實為「元級」最新版(即039C型)潛艦(如圖三)，當時1艘與此帆罩完全相同的潛艦正式服役，並部署在浙江大榭島海軍基地。²⁰「039C型」潛艦採用扁平帆罩構型的主因，係用來降低其雷達信跡(radar signature)，瑞典下一代A26「布萊金級」(Bleking class)潛艦亦採用相同設計，其考量係在壅擠與淺水的波羅的海(Baltic Sea)濱海區域作業時，能最佳化的執行匿踪任務(stealthy missions)。²¹

二、造船廠的擴張

(一)近年來，中共3處潛艦造船廠均進行基礎設施提升，同時亦進行廠房擴大與設備擴充。2023年2月，美國海軍部長

註17：H. I. Sutton, "China's New Submarine Is Unlike Anything in Western Navies," Naval News, 15 February 2022, <https://www.navalnews.com/naval-news/2022/02/chinas-new-submarine-is-unlike-any-fielded-by-western-navies/>；S200與S600兩型潛艦的設計模型，參見 "China's CSIC Unveils Three New Submarine Designs for Export," Navy Recognition, November 2017, <https://www.navyrecognition.com/index.php/news/defence-news/2017/november-2017-navy-navalforces-defense-industry-technology-maritime-security-global-news/5719-china-s-csic-unveils-three-new-submarinedesigns-for-export.html>, last visited at May 28, 2024。

註18：歷經一段不成功行銷後，「法國海軍造船廠」(DCNS)於2011年自費建造1艘展示版的「追風」(Gowind)級「近岸巡邏艦」(Offshore Patrol Vessel, OPV)，其後無償租予法國海軍用以增加出口機會，這個策略被證明是相當成功。參見 D-Mitch, "L'adroit Offshore Patrol Vessel of the French Navy," Naval Analyses, 12 January 2015, <https://www.navalanalyses.com/2015/01/ladroit-patrol-vessel-of-french-navy.html>, last visited at April 25, 2024。

註19：H. I. Sutton, "Image May Reveal a New Type of Submarine for the Chinese Navy," Naval News, 12 May 2021, <https://www.navalnews.com/naval-news/2021/05/image-may-reveal-a-new-type-of-submarine-for-the-chinese-navy/>, last visited at May 28, 2024。

註20：H. I. Sutton, "China's Newest Attack Submarine Now Stationed Near Taiwan," Naval Analyses, 11 August 2022, <https://www.navalnews.com/naval-news/2022/08/chinas-newest-attack-submarine-now-stationed-near-taiwan/>, last visited at May 28, 2024。

註21：2023年3月24日，作者與一位潛艦設計師訪談內容。

狄特羅(Carlos Del Toro)指出，中共海軍若干個別船廠，具有較美國海軍全部船廠聯合起來為強的造艦能量。²²中共軍事造船廠的另一共通特色即是，其可在造艦體系中對軍事與民用船廠進行高度整合，這相當不尋常；軍艦建造需要的工業基礎、技能組合與需求材料與建造商船的標準「大相逕庭」，這種差異在建造潛艦時將會更擴大。就中共而言，整體造船策略的目的係在全面強化造船業的技術與組織標準，特別是透過與日本和南韓等商船承造領先國建立夥伴合作關係，同時成立合資企業，最終讓中共造船業的技術獲得提升。由於政府的大量補貼，讓2018年起中共正式超越南韓成為全球最大的商船建造國；另一目標，則是透過「軍民融合」策略，克服軍事造船業面臨的技術瓶頸。²³

(二)除設施改善與廠區擴大外，中共海軍造船廠透過不尋常的建造程序，快速提升軍艦的產能。²⁴共艦的產量可說是「無與倫比」，但軍艦設計領域卻是迄今仍存在的一個技術瓶頸。根據「中國艦船研究設計中心」人員的說法，影響造艦速度的主要障礙是設計工作而非船廠能量，軍方計畫透過「人工智能」(AI)協助，以解

決此一技術困境。如今在人工智能演算法協助下，研究人員僅用一天即完成軍艦整個電力系統設計，過去這項工作通常費時300個工作日(human work days)；根據報導，人工智能透過查看中共過去數十年的艦船設計資料庫，再從資料庫想出一個設計方案，而運用此種途徑，可大幅降低運算資源並排除錯誤。²⁵

參、投入中共潛艦作戰系統設計與建造的重要組織

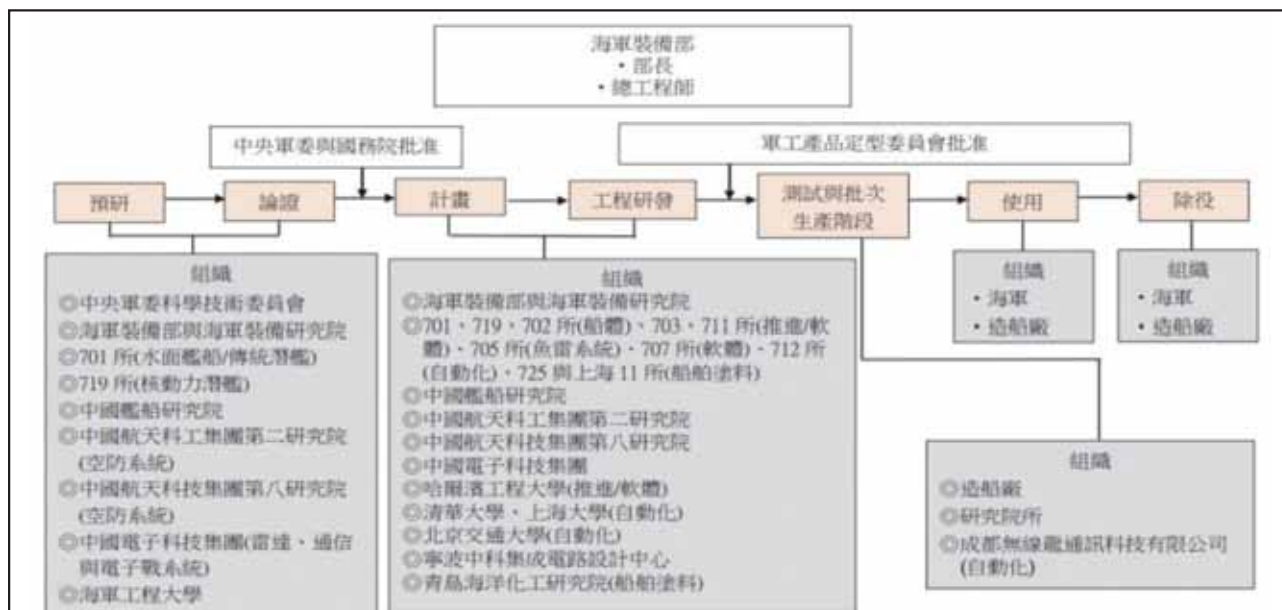
一、中共潛艦設計、建造與研發相關的主要設施，例如造船廠、生產車間、設計單位與研究機構，均隸屬於中共唯一國營造船企業—「中國船舶集團有限公司」(以下稱「中船集團」)。此外，國防電子領域最重要的國有企業集團—「中國電子科技集團有限公司」(以下通稱「中國電科」)在反潛作戰所需各式裝備的研發與生產亦投入甚深。特別的是，「中國電科」在海洋廣域監視網路與相關基礎設施的建構，包括無人水下系統與海軍電子裝備的研發，均扮演著重要角色(中共潛艦建造與反潛作戰能力建構的重要組織摘整，如圖四)。²⁶

註22：Brad Lendon and Haley Britzkey, "US Can't Keep up with China's Warship Building, Navy Secretary Says," CNN, 23 February 2023, <https://edition.cnn.com/2023/02/22/asia/us-navy-chief-china-pla-advantages-intl-hnkml/index.html>, last visited at May 28, 2024。

註23："How Is China Modernizing Its Navy?" CSIS China Power Project, 17 December 2018; updated 20 April 2022. <https://chinapower.csis.org/china-naval-modernization/>, last visited at May 28, 2024。

註24：同註15。

註25：Gabriel Honrada, "AI Warship Designer Accelerating China's Naval Lead," Asia Times, 19 March 2023, <https://asiatimes.com/2023/03/ai-warship-designer-accelerating-chinas-naval-lead/>, last visited at May 28, 2024。



圖四：中共潛艦建造與反潛作戰能力建構重要組織圖

資料來源：參考Kevin Pollpeter and Mark Stokes, “China’s Military Shipbuilding Research, Development, and Acquisition System,” in Erickson (ed.), *Chinese Naval Shipbuilding: An Ambitious and Uncertain Course* (Annapolis, MD: U.S. Naval Institute Press, 2016), p.183，由作者整理製圖。

二、根據中共已出版研究文獻的論文清單不難發現，共軍若干單位亦積極投入潛艦相關研發，包括海南三亞「92730部隊」，該單位成員似乎在執行「超空蝕魚雷」(supercavitating torpedoes)的研究工作；²⁷北京「92578部隊」的成員，曾出版鋰離子與燃料電池動力系統運用於潛艦、水下無人船舶與光纖水中聽音器(fiber-optic hydrophones)的論文；²⁸北京「91001部隊」的成員，應從事潛艦作戰與其他軍事運用相關的遙測與海洋學研究。²⁹儘管大部分造艦有關組織(如表一)，已於不同時間陸續被美國納入制裁「實體清單」(Entity List)，這些組織祇有少數擁有官網，若干組織多年甚至數次更名，使得我們無法對其運作進行持續性追蹤。

ber-optic hydrophones)的論文；²⁸北京「91001部隊」的成員，應從事潛艦作戰與其他軍事運用相關的遙測與海洋學研究。²⁹儘管大部分造艦有關組織(如表一)，已於不同時間陸續被美國納入制裁「實體清單」(Entity List)，這些組織祇有少數擁有官網，若干組織多年甚至數次更名，使得我們無法對其運作進行持續性追蹤。

註26：Asia Maritime Transparency Initiative, “Exploring China’s Unmanned Ocean Network,” with assistance from J. Michael Dahm, CSIS, 16 June 2020, <https://amti.csis.org/exploring-chinas-unmanned-ocean-network/>; J. Michael Dahm, “Inter-Island Communications,” South China Sea Military Capability Series, Johns Hopkins Applied Physics Laboratory, July 2020, p. 8, <https://www.jhuapl.edu/sites/default/files/2022-12/Inter-IslandCommunications.pdf>, last visited at May 28, 2024。

註27：覃輝、翁輝，〈超空泡射彈對反魚雷作戰體系貢獻率的評估〉，《數字海洋與水下攻防》(湖北宜昌)，第4卷，第5期，2021年10月，頁372-379。

註28：宋強，〈水下無人航行器燃料電池技術淺談〉，《艦船科學技術》(北京)，第42卷，第12期，2020年12月，頁150-154；宋強、趙滿、毛柳偉，〈淺析「鳳龍」號潛艇動力系統技術狀態〉，《船電技術》(湖北武漢)，2022年第12期，2022年12月，頁22-24。

註29：樊旭豔、何錫玉、楊亮與王葉，〈海洋遙感在軍事海洋環境保障中的應用研究〉，《海軍工程大學學報》(湖北武漢)，第17卷，第3期，2020年9月，頁39-42；孟荻、袁延藝與劉平香，〈聲誘餌對尺度目標的回波模擬方法〉，《聲學技術》(上海)，第34卷，第3期，2015年3月，頁275-278。孟荻在發表這篇文章時註記的單位係「海軍裝備研究院」，其後透過文章比對，確認其服務單位應是「91001部隊」。

表一：投入中共潛艦作戰與建造重要組織彙整表(與設計、建造、推進有關)

經營範圍	企業或單位全名（簡稱）	軍 事 相 關 業 務
潛艦總體設計、船體發展與建造	中國艦船研究設計中心 ** (701所)	中共唯一的小型與中型潛艦總體研究與設計單位，所內建有電磁兼容性國防科技重點實驗室與噪聲振動試驗室等試驗檢測中心；此外，亦積極從事海洋動力環境監測浮標開發。
	武漢第二船舶設計研究所 (719所)	中共唯一的核動力艦船總體設計研究所，負責發展各型核動力潛艦與配備其上的核子反應器。
	中國船舶科學研究中心 * (702所)	主要從事船舶與海洋工程相關的流體動力學、結構力學與振動、噪音、抗衝擊性及其他各項技術的應用基礎研究。此外，該所亦進行高性能船舶與水下工程的研究、設計與發展工作。
	洛陽船舶材料研究所 * (725所)	從事艦船材料與工程應用研究，該所擁有4個海洋環境試驗站。
	上海船舶工藝研究所 + (711所)	主要包括造船技術與海洋工程研究、鋼結構焊接技術與裝備、塗裝材料與裝備、非金屬材料技術、大型數位控制切割和自動化裝備、各類軟體系統開發、金屬材料非破壞性檢測與非金屬材料技術檢測等。
	渤海造船廠	負責建造各型核動力潛艦。
	武昌造船廠	傳統動力潛艦的主要造船廠。
推 進	江南造船廠	傳統動力潛艦的次要造船廠。
	上海船用柴油機研究所 * (711所)	傳統動力潛艦推進系統的最主要研究機構，已研發出多種型式推進系統，包括史特林絕氣推進系統。
	上海齊耀動力技術有限公司+	傳統動力潛艦史特林絕氣推進系統的製造商，由中船重工集團公司與711研究所聯合控股。
	陝西柴油機重工有限公司+	德國MTU 396系列潛艦用柴油機被授權生產商。
	武漢第二船舶設計研究所 (719所)	負責中共海軍各型核動力潛艦核反應器的研製。

說明：*美國實體清單列入項目；**美國實體清單新增項目(2020年12月)；+美國實體清單未列項目。
資源來源：參考〈艦船水聲防務龍頭，內生外延雙輪驅動——中國海防深度報告〉，浙商證券股份有限公司，2021年2月7日，頁30；並以各家公司官網提供資料做為補充，由譯者自行製表。

中共造船廠對商船的訂單依賴頗深，接近九成的收入來自這個領域；而執行潛艦作戰的若干生產與研發設施，多與商業活動完全無關，這也是中共國防工業具有的另一項特色。³⁰

三、撇開葫蘆島、武漢與上海三地不計，位於山東的港口城市青島，則是中共水下作戰系統發展的另一重要中心。青島

及其周邊分布了眾多海軍單位，包括「海軍潛艇學院」、「潛艇第二支隊」與「姜哥莊核潛艇基地」等；除各項軍事功能外，青島亦是中共水下機器人的研發樞紐與國外技術轉移的節點中心。³¹對未來潛艦指管系統設計進行研究後，中共期望下一代潛艦能與艦攜式無人載具整合；因此，其已將水下機器人的發展，前瞻地整合至

註30：Daniel Alderman and Rush Doshi, “Civil-Military Integration Potential in Chinese Shipbuilding,” in Erickson(ed.), Chinese Naval Shipbuilding, p.145; Hall and Wong, “Key Factors in Chinese Shipyards’ Development, p.104。
註31：〈青島科技的引進來和走出去〉，新浪網，2018年5月19日，<https://web.archive.org/web/20221005222519/http://news.sina.com.cn/c/2018-05-19/docihaturfs518465>，檢索日期：2024年6月10日。

潛艦設計之中。³²美國智庫高級研究員卡尼亞(Elsa Kania)的報導指出，中共於2017年在青島成立「水人無人航行器智能裝備基地」，從事海洋機器人、工程裝備與「白豚」系列自主水下載具的研發、設計與製造。2018年4月，由「哈爾濱工程大學」負責召集首屆「軍民融合人工智能產業發展高峰論壇」，會議於青島召開，期間專家學者對智能水下機器人、高速無人船、智能船舶與目標辨識(target recognition)等議題進行密切討論與交流。³³

肆、中共潛艦工業的市場規模與資本流動

一、一般而言，海軍造船業如軍備製造般在中共皆屬高度壟斷行業，由於存在職能差異，2019年時中共將「中國船舶工業集團有限公司」與「中國船舶重工集團有限公司」合併，成為一個單一國企集團——「中國船舶集團有限公司」。由於集團部門存在「巴爾幹化」(balkanization)

問題，導致效率不彰同時缺乏利潤，即使公司手中握有全球最多的商船訂單。³⁴該集團還有數項高成本且具野心的原型艦計畫，包括兩款不同型式航空母艦(較新型者配備電磁彈射系統)、兩款新型核動力潛艦與偕同「中國電科」共同發展的海洋信息網路，合作計畫的資金應來自該集團及其子公司。³⁵

二、中共如何籌措資金來支援這些「所費不貲」的巨大計畫，不無疑問；而中共各海軍造船廠則透過爭取全球商業訂單方式，來補彌其在海軍領域研發的相關支出。³⁶或許更具影響的是，中共運用國有銀行對國防產業高額授信的持續國家策略，加上透過「資產證券化」(asset securitization)，以及其他平台在國內外證券市場籌資，通常係以國有軍工企業子公司在證券市場進行股票交易。³⁷習近平主政期間，海軍造船業持續獲得政治與財政的強力支持，資金係中共國防現代化的最重要賦能者，並以此名義，大量地流向造

註32：張嚴、武志東、張玉玲，〈美英潛艇指控系統發展歷程及啟示〉，《數字海洋與水下攻防》(湖北宜昌)，第5卷，第6期，2022年12月，頁558。

註33：Elsa Kania, "Chinese Military Innovation in Artificial Intelligence," Testimony before the U.S.-China Economic and Security Review Commission Hearing on Trade, Technology, and Military-Civil Fusion on 7 June 2019, p.25, https://www.uscc.gov/sites/default/files/June%207%20Hearing_Panel%201_Elsa%20Kania_Chinese%20Military%20Innovation%20in%20Artificial%20Intelligence_0.pdf, last visited at May 28, 2024。

註34：Sarah Kirchberger and Johannes Mohr, "China's Defence Industry," in Keith Hartley and Jean B?lin(eds.), *The Economics of the Global Defence Industry*(London: Routledge, 2019), pp.35-68。

註35：「巴爾幹化」係一個帶有貶義的地緣政治學術語，指一個較大的國家或地區分裂成較小的國家或地區的過程，這些國家或地區關係緊張甚至處於敵對狀態。"Exploring China's Unmanned Ocean Network," CSIS AMTI, 16 June 2020, <https://amti.csis.org/exploring-chinasunmanned-ocean-network/>, last visited at May 28, 2024。

註36：Matthew P. Funairole, Joseph S. Bermudez Jr., and Brian Hart, "China's Opaque Shipyards Should Raise Red Flags for Foreign Companies," CSIS, 26 February 2021, <https://www.csis.org/analysis/chinas-opaque-shipyards-shouldraise-red-flags-foreign-companies>, last visited at May 28, 2024。

註37：Tai Ming Cheung, *Fortifying China: The Struggle to Build a Modern Defense Economy* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 2009), p.125; IISS, *The Military Balance 2018*(London: Routledge, 2018), p.234。

船廠。中共國防工業錯綜複雜的交叉持股、半私有子公司與國有銀行三者，自2000年中期以來形成了「軍事-工業-金融複合體」(military-industrial-financial complex)；³⁸2022年底，在習近平「清零政策」後，中共的經濟低迷未見起色，然在新編的國家預算卻顯示，國防預算以超越經濟成長的比率增長，凸顯其在預算中享有優先地位。³⁹

三、2020年，中國大陸浙江一家證券商對「中國海防公司」(「中國船舶集團有限公司」旗下實際控股上市公司)進行市場分析，不意外的，此報告預期中共海軍的採購預算在中期內將快速地增長。基於對官方文件進行的分析，預估2025年海軍裝備市場規模將達2,145億人民幣(折合新臺幣9,652億元)，2020年至2025年間，海軍裝備整體市場預估將達近萬億人民幣(折合新臺幣4.5兆元)規模。如此鉅額款項將用於新購艦船、研發實驗、更改要求、武器系統、配套設施建設以及保養維修與性能提升。⁴⁰鑑於艦船籌建連帶而來的壽期維修與操作成本，這在未來都將形成

沉重財政負擔；據此，專家對中共造船業「野心勃勃」造艦的可持續性，自然多所批評。一般來說，軍艦全壽期的維修花費通常較艦船初期的籌購成本為高，⁴¹這種情形尤以核動力潛艦為然；而武器系統係花費最多的部分，因其需要在多個技術前沿領域不斷研發，同期建造的下一代航空母艦亦然。過去30年間，中共總體國防研發費用大幅增加，金額在1991年與2018年間成長就達35倍；2018年的國防研發經費則高達4,626億美元(折合新臺幣15兆483億元)，超過日本、德國、南韓與法國等國研發經費總和。⁴²

四、儘管細節並不清楚，但中共似乎將大部分研發經費用於潛艦在內的水下作戰系統，這項證據來自國防展的陳列模型與宣傳小冊；這些物件顯示中共正在發展各種型式的水下機器人與無人載具，⁴³而有些時候應是刻意向外洩露相關發展訊息。如2018年，一位鮮為人知的「912計畫」首席設計師，向外揭露中共正在發展超大型無人水下載具的計畫，其可用於防禦與攻擊兩種不同目的，執行的任務包括偵

註38：同註34，頁52-53。

註39：Kathrin Hille, "China's Military Budget Outpaces Other Spending in Shift to Security," Financial Times, 5 March 2023, <https://www.ft.com/content/66790beb-bd5b-4025-b12e-5d0e7dd8bbfb>, last visited at May 28, 2024。

註40：〈艦船水聲防務龍頭，內生外延雙輪驅動——中國海防深度報告〉，浙商證券股份有限公司(浙江杭州)，2021年2月7日，頁17，https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202202081545678276_1.pdf?1644326407000.pdf，檢索日期：2024年6月16日。

註41：Christopher P. Carlson, "China Maritime Report No. 10: PLAN Force Structure Projection Concept, a Methodology for Looking Down Range," China Maritime Studies Institute, November 2020, pp. 11-12, <https://digitalcommons.usnwc.edu/cmsi-maritime-reports/10/>, last visited at May 28, 2024。

註42："How Developed Is China's Arms Industry?," CSIS China Power Project, 18 February 2021, Updated February 25, 2021, <https://chinapower.csis.org/arms-companies/>, last visited at May 28, 2024。

註43：參見Windell Minnick(顏文德), Chinese Submarines and Underwater Warfare Systems, <https://www.amazon.com/-/de/dp/1794009442/>，檢索日期：2024年6月19日。此書係作者於2019年時獨立出版，內有中共水下作戰系統相關廠商的小冊子彙編，包括滑翔機、無人水下載具、潛艦誘標、FishBot無人水下載具、輸出潛艦與海洋信息網路科技等等。

察、布雷與對敵船舶進行自殺攻擊，此型載具將在2020年間進行部署。⁴⁴也有研究人員認為，這則報導較可能在傳達訊息，而非立即研發。⁴⁵

五、在2023年初的「海軍防務展」上，中共展示一幀重裝超大型無人水下載具的影像，⁴⁶雖無法確定影像是否與「912計畫」有關，然可以肯定的是，此產品係由「中國船舶重工集團有限公司-705所」生產，該所又名「西安精密機械研究所」，係一家魚雷製造商。該公司宣傳小冊聲稱，其係中共唯一具水下武器與匹配發射器總體設計能力的研究所，從事艦用輕型、潛艦重型魚雷、潛艦與水面艦發射器與水下特殊裝備的研發，並已為海軍研發超過10款的魚雷與發射器。「705所」位於西安，上海與昆明設有分部，職工2,470人，開設有一個博士(水聲工程)與兩個碩士學位學程；因擁有先進的測試與模擬設施，⁴⁷研發超大型無人水下載具，似乎成為該所的一個新事業。

伍、中共潛艦相關工業的成就： 對共軍未來潛艦部隊的意涵

1970年代開始，中共造船業在俄羅斯的協助下，成功地製造出國產的「漢級」(091型)與「商級」(093、093A與093B型)核動力攻擊潛艦，新一代「095型」核攻擊潛艦的研製也在進行；此外，「中」方同樣在俄羅斯支援下，自製1艘「夏級」(092型)與多艘「晉級」(094與094A型)核動力彈道導彈潛艦。與此同時，據聞新一代的「096型」核彈道導彈潛艦的設計與建造工作業已進行中；⁴⁸至於在小型傳統動力潛艦方面，中共自行建造「明級」(035G/035B型)、「宋級」(039型)與「元級」(039A、039B與039C型)潛艦，這些型別潛艦均模仿與改造自國外不同的技術，其潛艦的最新設計已較先前各型設計，有了顯著的改善。

一、持續存在問題：核子潛艦的推進與靜音

(一)近年來，中共在無人水下系統與其他水下作戰相關的新興與破壞性科技，均取得令人驚嘆成果；然而，其在潛艦設計與建造長期存在著若干科技瓶頸亟須克服。這些科技決定了潛艦做為戰爭工具的價值，特別是核反應器設計、先進「絕氣

註44：Stephen Chen, “China Military Develops Robotic Submarines to Launch a New Era of Sea Power,” South China Morning Post, 22 July 2018, <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2156361/china-developing-unmanned-ai-submarines-launch-new-era-sea-power>, last visited at May 28, 2024。

註45：同註33，頁13。

註46：H. I. Sutton, “China Reveals New Heavily Armed Extra-Large Uncrewed Submarine,” Naval News, 23 February 2023, <https://www.navalnews.com/naval-news/2023/02/china-reveals-new-heavily-armed-extra-large-uncrewedsubmarine/>, last visited at May 28, 2024。

註47：同註42，頁15。

註48：U.S. Department of Defense, Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2022: Annual Report to Congress, p.96, <https://media.defense.gov/2022/Nov/29/2003122279/-1/-1/1/2022-MILITARY-ANDSECURITY-DEVELOPMENTS-INVOLVING-THE-PEOPLES-REPUBLIC-OF-CHINA.PDF>, last visited at May 28, 2024。

推進系統」(Air-Independent Propulsion, 以下稱AIP)及靜音科技。⁴⁹2018年1月,一艘「商級」(093A型)核攻擊潛艦,據聞在釣魚台附近水域被日方偵獲,並持續追蹤長達2日,直至該艦浮航為日本反潛機、艦看到為止。北京評論家認為此事件令人感到羞辱,並表示由於該型潛艦的聲學徵候過大,可能已被日本錄下,並且據此物理特徵偵獲該艘潛艦;另該艦為何上浮,迄今原因不明,但有可能係該艦出現技術問題或是基於通信需要。2004年,另起事件發生在前一代「漢級」(091型)核攻擊潛艦(其噪音更大),同樣在釣魚台水域被日本反潛機艦偵獲,日方則施放聲納浮標並進行驅離。⁵⁰

(二)2021年夏季,一位俄羅斯分析家就一份報導進行評論,該報導指出,當年7月英國艦隊通過南海時偵獲並確認為中共潛艦,當時皇家海軍「肯特號」(HMS Kent F78)、「里奇蒙號」(HMS Richmond F239)巡防艦與1艘「機敏級」(Astute-class)核動力攻擊潛艦,三艦成縱隊編隊為「伊莉莎白女王號」(HMS Queen Elizabeth R08)航艦護航,英國艦隊發現3艘中

共「商級」(039B/G型)核攻擊潛艦,其在「伊莉莎白女王號」航艦10公里範圍內尾隨追蹤;估算中共核動力攻擊潛艦水聲特性(採俾葉而非泵浦噴射推進,尾隨英艦前進時,其噪音水平應可降至80到100分貝間),參酌英艦配備被動式反潛作戰感測器的靈敏度,這份報導看似可信。在這份具深度的分析報告亦指出,中共專家在設計特殊吸音塗料的經驗,遠遠不及俄、美兩國,如發展「885型-亞森級」(Yasen)核動力多用途潛艦的「俄羅斯設計局」,或設計與定期升級「維吉尼亞級」(Virginia-class)潛艦的「通用動力電船/貝宜系統(General Dynamics Electric Boat/BAE System)公司」。也由於在吸音塗料存有缺陷,使得「093B型」潛艦具有較高易毀損特性,即令低速航行時,亦可能被敵方的主動聲納偵獲。⁵¹

(三)在俄羅斯軍事刊物中,關於中共核攻擊潛艦與核彈道導彈潛艦的討論,大多強調其與先進西方、俄國同級潛艦比較後的缺點。關於「商級」(093型)核攻擊潛艦的聲剖面圖(acoustic profile),一位俄國評論家就強調,由於該型艦未配備

註49：關於中共核反應器設計與相關議題的詳細討論，參見Andrew S. Erickson, Jonathan Ray, and Robert T. Forte, "Underpowered: Chinese Conventional and Nuclear Naval Power and Propulsion," in Erickson(ed.), Chinese Naval Shipbuilding, pp.242-244。

註50：Liu Zhen, "Is China's Nuclear Attack Submarine too Easy to Detect?," South China Morning Post, 28 January 2018, <https://www.scmp.com/news/china/diplomacy-defence/article/2130870/chinas-nuclear-attack-submarine-tooeasy-detect>, last visited at May 28, 2024。

註51：Евгений Даманцев [Evgeny Damantsev], Инцидент с игрой в кошки-мышки между британской АУГ и китайскими МАПЛ типа 093 обрывается подробностями ["The Cat-And-Mouse Game Between the British Carrier Strike Group and China's Type 093 SSNs in Greater Detail"], Военное обозрение [Military Review], 27 August 2021, <https://web.archive.org/web/20230328200957/https://topwar.ru/186287-incident-s-igroj-v-koshki-myshkimezhdu-britanskoj-aug-i-kitajskimi-mapl-tipa-093-obrabytaet-podrobnostjami.html>, last visited at May 28, 2024。

泵浦噴射(pump-jet)推進系統，中共海軍工程師必須長期與避震平台的振動抑制問題進行拼搏，平台上多配置有蒸汽渦輪機(steam turbine)、循環泵浦、渦輪增壓機與其他裝備。⁵²中共「軍事科學院」副研究員馬宏偉大校，於2020年出版一本關於中共海軍未來發展的專書，他認為下一代「095型」核攻擊潛艦可採用6項世界領先的嶄新技術，以克服同級潛艦現存各項缺陷，相關技術包括泵浦噴射推進系統、超高強度鋼板(可增大潛航深度)、單雙混合船體結構(single-double hybrid hull structure)、靜音效能更佳的整合式減震浮式筏座、巡航導彈垂直發射系統，以及中共第三代潛艦用核反應器。⁵³

(四)另一位中共評論家同樣提到用於下一代潛艦的核反應器技術，他指出中共目前擁有全球最大的8萬噸液壓鍛造機(forging hydraulic press)與降伏強度(yield strength)2,000兆帕(MPa)的超級鋼，這些裝備與產品係屬全球頂尖水平，這是建造抗壓能力更強船體與達成更深潛

航深度的先決條件。⁵⁴馬宏偉在其著作中列出「095型」核攻擊潛艦性能的具體數據，包含最大水下航速不低於33節，靜音航速不低於18節，最大潛航深度不低於600公尺，這讓「095型」與前一代核攻擊潛艦截然不同。他也指出在「095型」的基礎上，中共意圖發展配備多用途整合式巡航導彈發射器的嶄新型式潛艦，可發射攜行核彈頭的巡航導彈。⁵⁵

二、船體相關創新

(一)當前中共海軍各型核潛艦船體均採用雙層船殼設計。2022年11月，潛艦專家舒加特(Tom Shugart)透過分析衛星影像後指出，位於「葫蘆島造船廠」建造中的潛艦壓力殼船段有兩種不同尺寸，一種係用於「093型」直徑9公尺的船段；另一款係直徑較大的12公尺船段，研判這可能用於「095型」核攻擊潛艦與「096型」核彈道導彈潛艦。此一推論，明顯呼應並支持馬宏偉大校主張的單雙混合船體結構的設計。⁵⁶

(二)「晉級」(094/094A型)潛艦係中

註52：Евгений Даманцев [Evgeny Damantsev], Операция НОАК по выдворению ВМС США из Южно-Китайского моря. Детали 《Бьендонгской зоны А2/АД》 - часть 2 [“PLA Operation to Expel the U.S. Navy from the South China Sea. Details of the Bien Dong A2/AD Zone—Part 2”], Военное [Military Review], 5 July 2017, <https://web.archive.org/web/20230326165817/https://topwar.ru/119466-operaciya-noak-po-vydvoreniyu-vms-ssha-izyuzhno-kitayskogo-morya-detali-bendongskoy-zony-a2-ad-chast-2.html>, last visited at May 28, 2024。

註53：馬宏偉，《走向深藍的中國海軍》(上海：復旦大學出版社，2020年12月)，頁169-170。

註54：“JL-3 Missile to Change China’s Emphasis of Nuclear Triad,” China-Arms, 24 June 2019, <https://web.archive.org/web/20230323111129/https://www.china-arms.com/2019/06/jl-3-missile-to-change-chinasemphasis-of-nuclear-triad/>, last visited at May 28, 2024。

註55：同註53，頁160-170。

註56：舒加特在社群媒體「推特」提到，過去發現的壓力殼段直徑約為9-10公尺，用於「商級」核攻擊潛艦與「晉級」核彈道導彈潛艦，此次衛星捕捉到的壓力殼段直徑約為12公尺，研判係另一種型式壓力殼，其將用於「095型」與「096型」潛艦嗎？Twitter, 9 November 2022, <https://twitter.com/tshugart3/status/1594030283279503361/photo/1>, last visited at May 28, 2024。



圖五：中共海軍「晉級」潛艦(圖右為「巨浪二型」導彈)

資料來源：參考黃允祈，〈中共核攻擊潛艦發展現況及可能運用研析〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第57卷，第3期，2023年6月1日，頁96；楊祖宇，〈「巨浪-2」潛射畫面首次曝光！採「空泡技術」射程近萬里可攜核彈頭〉，YAHOO!新聞，2024年4月24日，<https://tw.news.yahoo.com/巨浪-2-潛射畫面首次曝光-採空泡技術-062004874.html>，檢索日期：2024年5月28日，由譯者整理製圖。

共現役最新型核彈道導彈潛艦，被稱為「龜背」的船體設計遭到不少的批評。由於將飛彈艙設計成位於艦體後方的突出結構，加上在飛彈艙蓋下設置許多排水口，此型潛艦高速航行將產生可偵測的聲納徵候。由於船體設計上的基本缺陷，該型潛艦的「聲學特徵」(acoustic signature)，甚至較蘇聯1970年代設計的「三角洲Ⅲ型」(Delta Ⅲ)核彈道導彈潛艦與「勝利Ⅲ型」(Victor Ⅲ)核攻擊潛艦高出許多。⁵⁷中共評論家將此不理想的「龜背」設計，歸咎於「巨浪二型」導彈與此型潛艦整合時，由於飛彈彈身較長且當時的技術能力較差，而不得不為的選擇(如圖五)。相較之下，「096型」核彈道導彈潛艦具有較

佳靜音性能，軍事專家也指出，該型潛艦的噪音值將低於105分貝。⁵⁸

(三)撇開靜音性能不談，近期有關船身強度與穩定性已成為潛艦在冰層覆蓋水域操作的重點研究課題，至少兩個計畫正由「哈爾濱工程大學」船舶工程學院的研究人員執行中；渠等已對潛艦與冰層相互作用的數學模擬進行討論，2018年，並發表一篇名為《潛艇破冰上浮近場動力學模型》的論文，文章摘要述及：

1. 各國對潛艦在北極活動帶來的政治與軍事價值有深刻認識，北極冰層對潛艦水下活動提供了自然保護，亦在潛艦上浮過程中構成巨大風險。研究潛艦破冰上浮過程與海冰酬載的動態特性，可為潛艦船

註57：Christian Conroy, "China's Ballistic-Missile Submarines: How Dangerous?," The National Interest, 18 November 2013, <https://nationalinterest.org/commentary/chinas-ballistic-missile-submarines-how-dangerous-9414>, last visited at May 28, 2024。

註58：同註54。

體設計與破冰厚度選擇，提供有力的支撐。⁵⁹

2. 2020年，中共一位海軍工程師也發表文章，證實外界對中共意欲在北極活動的猜想。中共研究人員已開始對北極冰層下潛艦活動所需的細部建造技術進行有系統研究；⁶⁰然俄羅斯容忍或支持中共這項野心，迄今仍是一個有爭議性的問題。

3. 學者研究後指出，中共一個與軍方關係密切的研發機構與俄羅斯相應領域科研單位，透過「中俄極地聲學與信息技術論壇」平台，讓雙方在水中聲學、水下通信，以及在北冰洋發展光纖水中聽音器等敏感議題，展開密切合作。2019年年中開始，此論壇至少舉行了3次會議，包括來自兩國30家軍事研究機構與公司的百餘位專家與會，亦顯示俄國以令人驚訝的開放程度與中共在此領域合作，雙方合作似乎也將水下通信與機器人項目納入。⁶¹

三、生存性與可靠性顧慮：不再肇生

潛艦事故

(一)將焦點置於船體強度與生存性不令人意外，中共海軍早期建造的傳統動力潛艦特別容易發生事故。2003年4月，舷號361的「明級」(035型)潛艦，由於柴油引擎發生故障，導致70名官兵全部窒息死亡，這是中共海軍迄今為止最嚴重的一起潛艦事故；⁶²雖然中共公開報告甚少提及潛艦事故，但在先前事故中可能失去其他的「033型」與「035型」潛艦。⁶³

(二)近期發生的一起潛艦事故，係舷號372的「基洛級」(636型)潛艦於南中國海航行時掉入「深海渦流」(deep eddy)，並失控地下沉至「壓碎深度」(crush deep)；最後在全艦官兵努力下，成功上浮並倖免於難。科學家發現在中國大陸海南島與西沙群島間的「西沙海槽」(Xisha Trough)經常會出現巨大水下渦流，這起潛艦事故遂被認為係發生在此海域。⁶⁴中共官媒《人民日報》對此事故做了一則頗

註59：葉禮裕、王超、郭春雨、常欣，〈潛艇破冰上浮近場動力學模型〉，《中國艦船研究》(湖北武漢)，第13卷，第2期，2018年4月17日，頁51-59；葉禮裕、王超、常欣、張洪雨，〈冰漿接觸的近場動力學模型〉，《哈爾濱工程大學學報》(黑龍江哈爾濱)，第39卷，第2期，2018年2月，頁222-228。

註60：黃加強，〈北極航行對潛艇航行性能影響研究〉，《艦船電子工程》(湖北武漢)，第40卷，第9期，2020年9月，頁62-66。

註61：此論壇參與組織詳細說明，參見Frank Jüris, "Sino-Russian Scientific Cooperation in the Arctic: From Deep Sea to Deep Space," in Sarah Kirchberger, Svenja Sinjen, and Nils Wörmer(eds.), *Russia-China Relations: Emerging Alliance or Eternal Rivals?*(Bonn, Germany: Springer, 2022), pp.189-90, pp.192-195。第三屆「中俄極地聲學與信息技術論壇」於2023年5月6日在哈爾濱工程大學舉行，參見 "The Key Laboratory of Polar Ocean Acoustics and Technology Applications of the Ministry of Education Was Unveiled and Established," Harbin Engineering University, 8 May 2023, <https://web.archive.org/web/20230601161440/https://english.hrbeu.edu.cn/info/1101/3515.htm>, last visited at May 28, 2024。

註62：John Pomfret, "Chinese Submarine Accident Kills 70," *Washington Post*, 3 May 2003, <https://www.washingtonpost.com/archive/politics/2003/05/03/chinese-submarine-accident-kills-70/755b8587-e1b2-4eba-a1fc-e88e4eb9c016/>, last visited at May 28, 2024。

註63：中共潛艦事故(源自裝備故障)彙編，參見Sarah Kirchberger, *Assessing China's Naval Power: Technological Innovation, Economic Constraints, and Strategic Implications* (Berlin, Germany: Springer, 2015), p. 224。

註64：Stephen Chen, "Underwater Tornadoes Found Near China's Nuclear Submarine Base by Paracels That Could Sink U-Boats in Treacherous Abyss," *South China Morning Post*, 10 December 2015, <https://www.scmp.com/tech/science-research/article/1889226/underwater-tornadoes-found-near-chinas-nuclearsubmarine-base>, last visited at May 28, 2024。

富戲劇性的報導，摘要如后：

1. 該潛艇在大洋中寂靜地潛行，突然間遭遇「掉深」，艦體急速下沉。轉眼間已逼近潛深極限，…同時，潛艇承受的水壓陡然增大，主機艙一根管道破裂，海水急速噴入艙室。主機艙是潛艇的「心臟」，一旦進水得不到控制，就會直接癱瘓動力系統、引發電器短路而起火，同時加速潛艇下墜速度。

2. 對艇員拯救潛艇的英勇事跡敘述，包含海上指揮員王紅理果敢決策、沉著指揮，不到1分鐘將數十道指令下達到各戰位；主機艙士官陳祖軍、朱召偉和毛雪剛三人瞬間做出反應，毅然斷絕了自己「後路」，封閉主機艙進行堵漏；雷彈班班長曾剛黑暗中一把抓住通風插板手柄，…僅20秒就完成平時需要1分鐘才能完成的動作…千鈞一髮的危急時刻，命懸一線的生死關頭，全艇官兵團結協作，沉靜冷靜，…奮力排險，終於使潛艇成功上浮，避免了一起艇毀人亡的重大災難。⁶⁵

3. 2017年10月，另一起潛艦事故出現在南中國海水域，當時一艘「晉級」(094型)核動力彈道導彈潛艦在西沙群島附近的越南漁船間突然上浮。中共雖未公開這艘潛艦不尋常機動上浮的原因，然最可能

係其遭遇某種型式技術問題所致。⁶⁶



(未完，續待)

作者簡介：

莎拉·基奇伯格 (Sarah Kirchberger) 博士目前為德國柯爾大學安全政策研究院 (Institute for Security Policy at Kiel University) 的學術主任，亦是美國智庫「大西洋理事會」(Atlantic Council) 的非常駐資深研究員與德國海洋研究院 (German Maritime Institute, DMI) 副院長。著有《中共的海軍軍力評估：技術創新、經濟限制與戰涵意涵》(Assessing China's Naval Power: Technological Innovation, Economic Constraints, and Strategic Implications; 2015年春) 與《中國規劃：戰略競爭的一個跨大西洋藍圖》(The China Plan: A Transatlantic Blueprint for Strategic Competition; 2021年美國大西洋理事會) 等書。她的研究主要聚焦於中共水下作戰科技、共軍海軍現代化、中共國防工業發展與中國和俄羅斯、烏克蘭間的軍事科技合作、海洋領域新興與破壞性科技以及南中國海戰略重要性等議題。

譯者簡介：

翟文中先生，退役海軍上校，海軍軍官學校74年班，淡江大學國際事務與戰略研究所碩士85年班。曾任國防部參謀本部情報參謀次長室、國防部戰略規劃司、國防部整合評估司與國家安全會議，並擔任美國能源部Sandia國家實驗室訪問學者，現服務於國防安全研究院國防戰略與資源研究所。

註65：徐雙喜，〈372潛艇成功排險，帶傷突破外軍艦機立體反潛網〉，人民網，2014年12月18日，<https://web.archive.org/web/20230324231812/http://military.people.com.cn/n/2014/1218/c1011-26231738.html>，檢索日期：2024年6月1日。

註66：Jamie Seidel, "Highly Unusual Event: Chinese Nuclear Sub in Embarrassing South China Sea Incident," News.com.au, 17 October 2019, <https://www.news.com.au/world/asia/highly-unusual-event-chinese-nuclear-sub-in-embarrassing-south-china-seaincident/news-story/650d17f451e27338e912f4b072cfcb02>, last visited at May 28, 2024。