

梅復興：台灣海鯤艦擲瓶命名，潛艦國造的「高光時刻」？

潛艦是高度複雜、且必須在極為嚴峻的環境下作業與作戰的載台系統，即使很小的設計或施工瑕疵都可能導致災難性的後果。



2023年9月28日，高雄，台灣第一艘國造潛艇「海鯤號」的下水儀式。攝：Carlos Garcia Rawlins/Reuters/達志影像攝：Carlos Garcia Rawlins/Reuters/達志影像

梅復興

刊登於 2023-10-02

[#國防自主](#) [#海鯤艦](#) [#潛艦](#) [#軍事分析](#) [#潛艦國造](#) [#台灣國防](#)



(梅復興，台海安全研析中心主任)

台灣潛艦國造 (IDS) 的原型艦「海鯤艦」(SS-711) 9月28日舉行擲瓶命名儀式，首度對外界曝光。同時，主事者也宣示，明年5月即可將該艦交付海軍，2025年即可加入海軍現有的兩艘劍龍級潛艦成軍服役的行列。這儼然是海軍數十年來念茲在茲的建軍圖騰，也是台灣國防產業的重要成就，更是蔡政府寄予厚望的政績豐碑，受到社會廣大的關注。由於對潛艦國造仍有極大的未知空間，本文謹就可見以及適宜公開討論的部分略事分析。

首先要說的是，海鯤艦還有若干仍待完成的工序。除了海軍已解釋的**電瓶與潛望鏡**外（依施工工序，電瓶及潛望鏡最後才能安裝），最明顯的應該就是帆罩。帆罩外殼浮起不平整其實並非只有在使用了一段時間之後才易出現的所謂「瘦馬現象」（薄金屬質板置於骨架之上缺乏結構支持，所以看起來鬆弛），而是因為潛望鏡與電信系統等桅桿尚未安裝，目前的帆罩至少一部分只是臨時性的，為了配合此次擲瓶命名典禮，所以施工較簡易粗陋。



2019年5月9日，高雄海軍潛艦國造專用廠房動土典禮，海軍在潛艇上敬禮。攝：Chiang Ying Ying/AP/達志影像

潛艦設計

若一定要說海鯤號與哪型潛艦設計相近，那自然非劍龍級莫屬了。

至於設計，暫不必急著分析比較IDS潛艦原型艦海鯤號的外形設計究竟是像哪型外國潛艦。這是因為我們所能看到的潛艦外形基本上只是所謂的「外殼」(outer hull或casing)，而非「壓力殼」(pressure hull) 本身。所以，肉眼所能看見的潛艦外形與該艦的潛航性能(尤其深度)並無指標意義。

然而，誠如筆者在過往拙文中所指出的，由於IDS採用了HSLA-80高張力低合金鋼材(550MPa張力)建造，故較之劍龍級所使用的FE-510鋼材(350MPa)張力顯著為高，所以海鯤艦理論上的最大潛深應該會要比劍龍級高出30-50%。鑒於公開資訊多半指稱劍龍潛深在200-300公尺之間，那海鯤艦的設計潛深當在300-400公尺之譜。而這也與官方最近透露IDS原型艦之設計潛深，會較劍龍多出50至80公尺的說法大致吻合。

若一定要說海鯤號與哪型潛艦設計相近，那自然非劍龍級莫屬了。這是因為潛艦國造團隊缺乏潛艦概念設計的經驗，為了降低技術研發風險，縮短發展期程，最後決定還是以劍龍級(亦稱Zwaardvis Mk 2)，尤其其壓力殼為基礎，衍生出IDS(海鯤級)的設計。然而，由於事隔三十多年，許多潛艦內部裝備要不都已停產，要不已因技術進步而尺寸或體積顯著縮小，而提供了略為縮減壓力殼大小、甚至降低噸位的空間。更何況，小幅修改劍龍級壓力殼的尺寸，亦可能有助於IDS團隊在遭到智慧財產權質疑時的法律答辯。

壓力殼雖因有外殼(casing/outer haul，國軍正式術語為「上層艙裝」)掩蓋，所以難以看出模仿對象。但至少有一個特徵明顯可見，那就是舷側中段、看似一個小門的排水縫孔。這個縫孔的位置和外形與劍龍級完全一致。



劍龍級潛艦在荷蘭建造時一景，舷側的排水縫孔清晰可見，與「海鯤號」完全相同。圖：網上圖片

淺談聲納系統

海鯤號舷側聲納陣列的長度應達約40公尺，對低頻（100 Hz以下）訊號的波束應更寬，偵測能力更佳，可提供近乎全向的涵蓋。

海鯤艦當然也有不同之處。除了眾所周知的X尾舵、7葉螺旋槳，少數看得見而又或可一提的設計特點，是位於艦艏上方的攔截聲納（intercept array）。該聲納陣列體積相當大，尤其對於海鯤級這種噸位的潛艦而言。

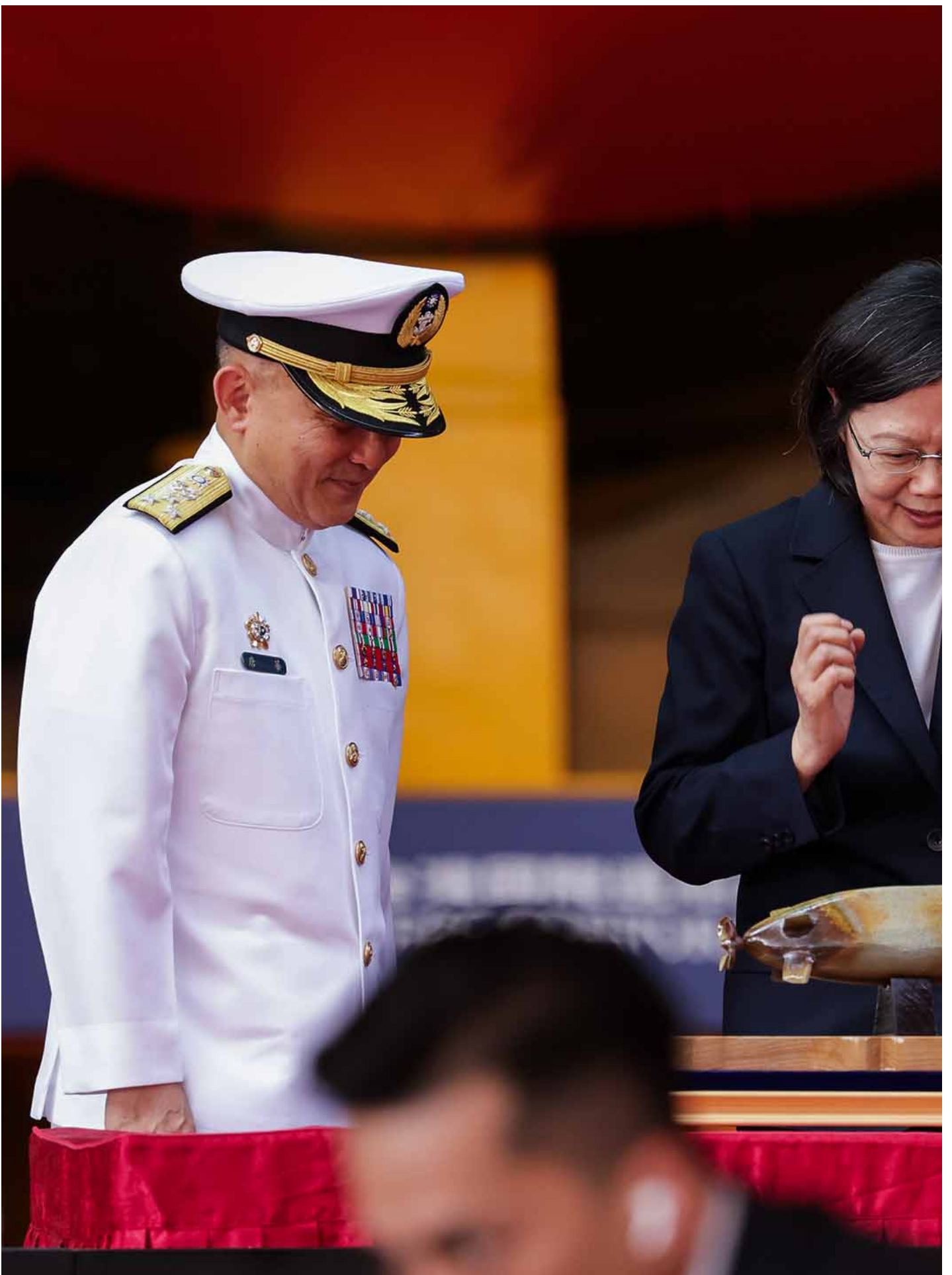
攔截聲納的功能相當於戰機或水面艦上的雷達預警系統，主要用於偵測、識別並定位潛艦所接收到的水聲訊號，以提供預警並增進整體的狀況知覺。譬如說，能夠準確判斷某個聲響究竟是來自魚雷的主動聲納尋標器，還是漁船的探魚器或水中生物所產生的噪音，這就對潛艦非常重要。

傳統攔截聲納都是高頻（HF）的接收陣列，主要為偵測魚雷與攻擊聲納等高威脅聲源。但目前先進攔截陣列都傾向較寬頻的設計，其偵測涵蓋跨度通常都在1kHz-100kHz之譜，而其相關的處理系統可以同時分析陣列所接收到的多個水聲脈波，並精確的測定其接收時間、方位、頻率、強度、歷時長度、重複間隔（PRI），發射模式等參數，以利推算訊號源的方位，距離以及性質等。

由於典禮保密嚴密，不僅遮蓋部位很多，且媒體基本上無法近距離以及從側面或後方角度拍攝，所以似乎沒有看到被動測距聲納陣列。但艦體側面下方被帆布覆蓋的突起長條狀顯然就是舷側陣列（flank array）。

舷側聲納係使用低頻陣列接收（可在水中傳播很遠的）水聲訊號，以在長距離外偵測到水中目標。但因低頻的解析度較差，所以都希望接收陣列的基線越長越好，以利優化對信號源的定位計算。目前一般舷側聲納陣列的被動偵測頻率多在100Hz-3kHz的範圍，接收敏感度則普遍在-200dB左右。由於海鯤艦的長度與劍龍級大致相仿（將近70公尺），而根據命名儀式時的照片研判，其舷側聲納陣列的長度應達約40公尺，這比以色列「海豚級」潛艦上使用的舷側陣列要長出約三分之二。基於對以色列製舷側陣列公開資料的分析，海鯤艦的舷側陣列性能應較優。這意味著它對低頻（100 Hz以下）訊號的波束應更寬，偵測能力更佳，可提供近乎全向的涵蓋。

相形之下，因為測距需要較高的解析度，所以被動測距聲納陣列均採用中頻，且必須要有多組陣列以利三角定位測距。同時又因為陣列之間的基線越長，能夠精確解算的距離也就越遠，所以通常也都安裝在艦體的兩側。各國較早期多將被動測距陣列佈置在潛艦的水線以上，甚至（像美軍1950年代開始發展的PUFFS、或如今仍在加拿大海軍潛艦上使用的Micro PUFFS系統）還安裝在甲板上。但後來實際服役時發現容易造成陣列損耗，導致音鼓效能嚴重降低或妥善狀況差。是以，現在的潛艦設計幾乎都已將被動測距陣列設置到水線之下了。希望海鯤級在設計時也有考慮到這個問題。



2023年9月28日，高雄，總統蔡英文在高雄出席潛艦「海鯤號」下水儀式。攝：I-Hwa Cheng/Bloomberg via Getty Images

潛艦國造的「高光時刻」

即便是非常有經驗的先進潛艦工業大國，在原型艦上都還要花上至少一、兩年的時間，才可從下水到成軍服役。

我們可以肯定的說，2023年9月28日是潛艦國造與潛艦國造團隊的「高光時刻」無誤。這是因為到目前為止，該案似乎執行堪稱順利，而該團隊也始終嚴格的掌握著所有的相關資訊和話語權。專案進度是否順利、設計是否先進、施工是否優質、工程問題能否解決、成本有否控制、智慧財產權／技術來源是否合法、專案管理是否有效……全都極度缺乏（包括對海軍與國防部的）透明度，而是極少數人說了算，並對外包裝成了高度成功的一個計劃。

然而，冷酷的事實是，在保密的大前提下（也確實有必要保密），潛艦國造已堪稱是台灣歷史上最無監督與當責（accountability）管制的大型國家工程。這個投注了巨額資源以及全民期望的計劃，是真的那麼成功嗎？大家其實無需焦急或怨懟，因為接下來的原型艦測試，尤其海上測試（海試/sea trials）以及海軍的評估，才會見真章。海試階段會發現什麼缺失？是設計上的問題，還是施工上的缺失？能否改正？如何改正？需要什麼樣技術協助來改正或修改？會對成本或建造期程有何影響？這些將會決定後續潛艦的建造，乃至於潛艦國造全案的成敗。


根據過去一百多年來建造潛艦的經驗（包括最近的許多案例），建造新的設計時都會需要相當長的測試與修改設計的時間。即便是非常有經驗的先進潛艦工業大國，在原型艦上都還要花上至少一、兩年的時間，才可從下水（launched）到成軍服役（commissioned）。

以下謹以過去二十多年來，幾個有代表性的潛艦案之原型艦，或首艘授權合作建造艦的下水到服役時間來簡單示意：

不同潛艦的下水到服役時間

	下水日期 (Launched)	服役日期 (Commissioned)	
日本			
蒼龍	2007.12.06	2009.03.30	15個月
大鯨	2020.10.14	2022.03.09	17個月
南韓			
Type 214/南韓	2006.06.09	2007.12.27	18個月
德國			
Type 212/U-31	2002.03.20	2005.10.19	43個月
Type 212/U-32	2003.12.04	2005.10.19	22個月
Type 212/U-33	2004.09	2006.06.13	21個月
印度			
Scorpene/S-21	2015.04.06	2017.12.14	32個月
智利			
Scorpene/S-23	2003.11.01	2005.09.08	22個月

資料來源：台海安全研析中心主任梅復興 綜合整理

 端傳媒 Init

由以上可見，即便是原廠手把手教外國船廠授權建造已相當成熟的設計（如：南韓/Type 214、印度/Scorpene），首艘潛艦從下水到交船成軍都還需要18到32個月，而即便是德國，為自己建造第一艘Type 212時，從下水到交艦成軍都還耗時達43個月；第二艘時有顯著縮短，但還是經歷了22個月。日本算是最快的了，但蒼龍級與最新的大鯨級之原型艦也都是下水後16、17個月才交艦服役的。而且，不要忘了，日本與德國等都是潛艦產業基礎深厚、經驗豐富的國家，不可跟缺乏這方面經驗、且技術來源處處受限的台灣相提並論。

柯林斯級的教訓

以一個從未製造過潛艦的國家和產業體系，又沒有原廠光明正大的提供全面技術協助，實在很難想像這艘潛艦能在水下後不到8個月的時間內就能完成交艦。

最後當然不能不提一下澳洲（港譯：澳大利亞）柯林斯級潛艦案的經驗教訓。柯林斯級（Collins-class），在1990年代推動時是極具企圖心的先進傳統動力潛艦設計，由瑞典原廠Kockums全力支援在澳洲建造。原型艦「柯林斯號」（SSG 73/HMAS Collins）於1993年8月下水，但因多重設計、技術與施工等問題，一直到了1996年7月才交艦成軍。

事實上，柯林斯全級六艘潛艦都延宕交艦18-41個月，更嚴重的是，因為該型潛艦的設計與技術問題涵蓋了銲接、水下噪音（艦身流體構型、螺旋槳、柴油機消音器）、動力系統（油櫃、軸封）、潛望鏡與戰鬥管理系統多個領域眾多項目，解決這些問題後來不僅花了將近10年才完全改善，追加了巨額的預算，最後還是請求美國大力協助才獲致解決的，整體代價慘重。柯林斯級案也就成為了世界各國有志自製潛艦者的經典專案研究。據瞭解，潛艦國造團隊的主要成員當年都閱讀了研究該案的專書。

而就算完全不遭遇柯林斯級那樣嚴重的缺失，以一個從未製造過潛艦的國家和產業體系，又沒有原廠光明正大的提供全面技術協助，建造一個從未執行過、包含著非常多從未整合過的系統裝備的設計，實在很難想像這艘潛艦能在水下後不到8個月的時間內就能完成交艦——注意，海鯤艦嚴格來說非但尚未「下水」，而且還有不少重要艙裝工作仍待完成——在2025年內就能改正所有的缺失，完成訓練，成軍服役。這樣的宣示，是否有政治或其他勢力的運作干預？實有待瞭解、澄清。



潛艦壓力殼與外殼的差異。圖：網上圖片

堅持嚴謹測試、避免災難性後果

潛艦是高度複雜、且必須在極為嚴峻的環境下作業與作戰的載台系統，即使很小的設計或施工瑕疵都可能導致災難性的後果。

這裡要強調倒不是質疑或唱衰潛艦國造團隊的能力，而是呼籲各界支持海軍必須嚴謹、從容的對海鯤艦執行廣泛、完整的海上測試，並對設計與施工的缺點進行修改後，再推動後續潛艦的建造。台灣社會必須正確認知，並不是把原型潛艦完成船廠測試後丟給海軍，原型艦就算成功了，而後續的船也就可以開始建造了。國艦國造過去多年來的經驗顯示，交艦典禮時，全新艦艇缺失仍多達百餘項，致使海軍不敢讓總統搭艦繞港航行的狀況並不罕見。

由於潛艦是高度複雜、且必須在極為嚴峻的環境下作業與作戰的載台系統，即使很小的設計或施工瑕疵都可能導致災難性的後果。而這些慘痛的後果，無論個人、軍種、政府還是政治人物都無法（更不希望）承擔。是以，世界各國海軍對每種主要的原型艦（或「首艦」/lead ship），甚至在交船成軍後都仍會不斷進行更廣泛的海試（sea trials），以發現原先未曾預期的設計或施工問題，暨或驗證評估該載台系統之新潛能。

舉例來說，美國海軍「長尾鯊號」（USS Thresher/SSN-593）核子動力潛艦係「長尾鯊級」系列的 prototype 艦，於1960年7月下水後，與1961年8月成軍服役。然卻於1963年4月在美國麻州外海測試最大潛深時失事，導致艦上129名官兵及工程人員全部喪生。美軍事後調查判斷係因艦上通海管路銀鋁裂，造成大量進水導致核子反應器急停後，重新啟動反應器恢復動力所需時間不足，而高壓氣瓶內的水氣結凍，無法吹除壓艙水緊急上浮終致釀成悲劇。



美海軍「長尾鯊號」核子動力潛艦的殘骸。圖：美國國家檔案局

事後，美軍檢討了這些造成失事的因素，修改了一些設計與工法，並於同年開始執行「潛安」(SUBSAFE)品質保障制度迄今。根據SUBSAFE的指導，長尾鯊級(後改名「鑄鰭鯨鯨級」(Permit-class))的後續潛艦都採取了修改若干設計，並嚴格規定對海水管線的銲接工法等措施，才從此大幅改善了潛艦的安全記錄。

明白了如此慘烈的歷史教訓，以及如果發生在台灣所可能會引發的政治震撼，相信任何理性的人都會同意，海軍必須在不受到政治壓力影響下，從容的完成對海鯨艦完整、專業、嚴謹的測試評估，確定該設計不僅能符合作戰需求，而且其設計與施工也安全可靠，並對設計與施工的缺失找出具體解決方案後，政府才可(也才應該)做出後續建造的決定。切不可為了政治、集團或個人利益，而倉促推動或施壓迫使海軍／國防部放鬆把關。

有些論者認為，如果明年大選後政府輪替，可能會影響到潛艦案的後續推動。這種擔憂雖不能說沒有根據，但其實可能是多慮了。這是因為，對於籌建潛艦強化國防戰力的民意支持度多年來都一直相當強韌，幾乎堪稱台灣社會在國防領域罕見的共識。故潛艦國造，除非出現重大問題或弊端，應不致輕易翻轉。更何況，倘若大多數選民真的支持了不重視潛艦國造的候選人，那就表示人民認為這個方面不值得優先投注國家資源，而軍方或政府屆時也無法忤逆民意。

前述這些簡單的道理，也正是平時對政府高層政策意向盡可能配合的國防部，始終不肯積極支持現階段就先編列後續七艘潛艦建造預算的根本原因。就算軍備商或民意代表可能因利益賣國好了，國防部總不至於刻意刁難自身多年來都優先爭取、且全民支持共識又極高的潛艦案吧？

[# 國防自主](#) [# 海鯨艦](#) [# 潛艦](#) [# 軍事分析](#) [# 潛艦國造](#) [# 台灣國防](#)

本刊載內容版權為端傳媒或相關單位所有，未經[端傳媒編輯部](#)授權，請勿轉載或複製，否則即為侵權。

端傳媒八週年 | 另一個世界仍然有可能

訂閱端傳媒，期待改變的你，
與亟待突破的我們，共同撐起另一個世界。

8週年尊享會員 特別優惠 **20%OFF**

立即訂閱 →

端傳媒的下一程，需要你的守護。今天就成為訂閱會員，支持我們走下去，支持華文世界不可或缺的深度報導和多元聲音。點擊了解更多[會員計畫](#)