

探討軍艦模組化設計之優勢

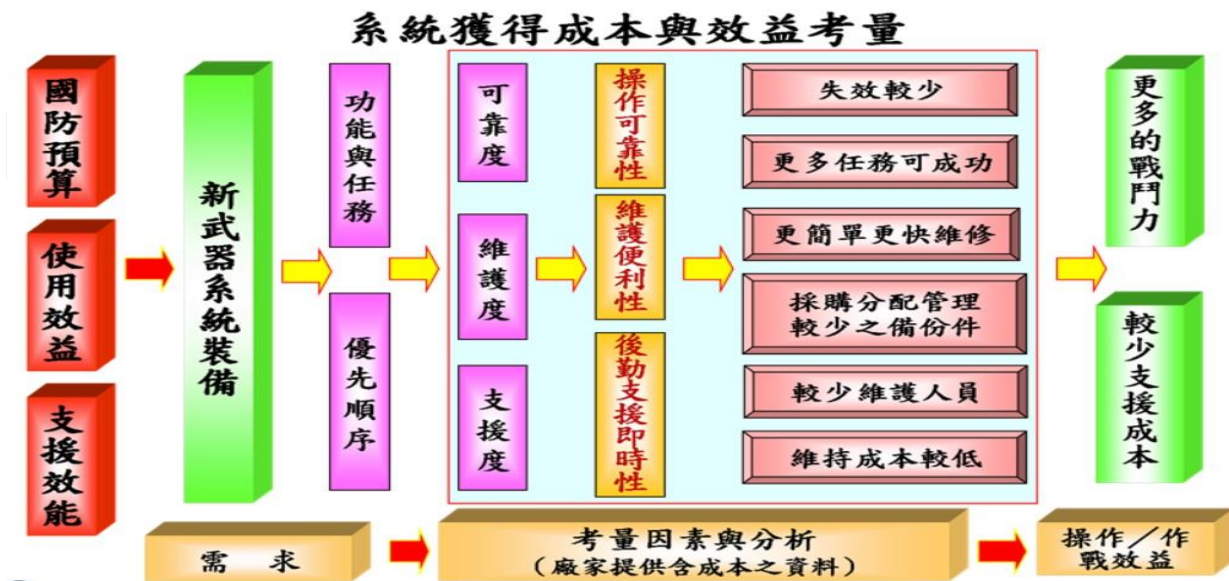
郭俊毅中校、張志瑋中校、陳昱恆少校

美國海軍每年都必須面臨如何以有限的國防預算採購最符合海軍任務所需的作戰艦艇這個難題，故委由「蘭德公司」(RAND)的專業人員針對船舶設計模組化及靈活性的議題實施研究，並於 2016 年聯合登載了一篇名為《設計適應性強的船舶》(Designing Adaptable Ships)的報告，其中針對任務艙段、船員空間及裝備配置三個角度去做研究及說明，並藉此導出模組化設計的靈活性及未來優勢。

我國為海島型國家，因受到地域範圍、沿海地形等環境因素影響，導致海軍發展受到很大的限制；另外，有限的預算及與周遭國家的地緣關係也對海軍造成很大的壓力，也因此政府及海軍加速了「國艦國造」的推展，在此條件下完善「防空、反潛、反水面」三位一體的多功能作戰艦艇成了一個須克服的關鍵問題，但多功能意味著可能衍生複雜、超重、干擾等等的情況，故如何在這兩者之間取得一個平衡點成了重中之重的訴求，海軍在 2016 年的「高雄國際海事船舶及國防工業展覽會」上即已配合「國艦國造」的願景說明時將模組化設計的規劃拋出，並希望藉此落實培植國內產業的目標。

依「國艦國造」後勤支援的觀點(如圖一)著手，將模組概念代入，則可分

別從可靠度、維護度及支援度三個面向去探討模組化的優點：



圖一：「國艦國造」後勤支援程序

一、簡化設計，增加期程餘裕(更多任務可成功)：

落實模組化做法，在最初設計階段就能縮減很多的時間，只要艦體尺寸及噸位完成律定，並確認空置的模塊數量及位置後，即可開始做輪機系統及內部艙間規劃，結束後便可開始主船體設計，不必因為各系統裝備尚未選定而延遲全案期程，可更快的形成戰力，也可為後續任務選擇增添靈活性。

二、分散風險，培植國內產業(採購分配管理)：

模組化設計的另一個好處，就是可以，完成主船體設計後，即可委 A 商開始建造，後續可分別配合武器模塊及後勤模塊完成律定後再依實際需求及指定條件採選擇性或限制性招標方式開標，委由符合條件的其他造船廠執行，即可達到同時建造的目標，亦可配合各造船廠的專業領域來建造更加符合我國需求的模塊，更能同步培植多個國內造船廠，也較不易發生人力不足的狀況，可謂一舉數得。

三、加速維保、提升後勤安全(更簡單更快維修)：

平時在軍艦進廠維修的時候，最常需要處理的就是危險工程的互相抵觸，在某個艙間要動火(燒銲)時，周遭就不能有彈藥要搬離、油櫃要清空，也不能在附近有除鏽或油漆等作業同時進行，導致很多時候工程都會互相影響，進而造成維修期程延宕；同樣的，當今天要做火砲檢整時，其他危險工程也不能同時出現在鄰近艙間，甚至連砲口角度都要注意不得對著其他艦船或岸置單位，而這個問題同樣可以藉由模組化設計來避免，在進廠維修時，只要將模塊全數卸載，便可空出很多維修空間，同時也可將模塊運至各工廠實現多處同時維修的理念；同時，模塊卸載的狀況下，也可降低舷外工作或登高登桅等危險工程的需求，變相的減少了很多的工安疑慮，大幅提升了工作時的安全係數。

四、彈性配置、多元戰力組合(更多任務可成功)：

當模組化設計真正實現時，我們就可以因應特殊需求裝載不同的後勤模塊(例如：潛艦救難設備、醫療艙、維修工具間等等)，可以讓一艘軍艦更好的做到空間運用；更甚者，也可能搭配不同的作戰任務需求換用相對應的武器模塊(例如：標準飛彈換用雄風飛彈；76 砲換用 40 砲；抑或海欖飛彈換用戰斧飛彈等等)，如此便可在既有的載台之上作出更多樣的戰力組合及性能發揮。

五、改裝升級、延長裝備壽命(較少之備份件)：

一般而言艦艇服役年限約在 20 年到 50 年不等，服勤年限過半時即需評估除役或延壽，但很多現役軍艦遭遇到的共同問題，就是裝備已不符作戰需求，卻因型式不符、空間不足或配置差異過大等因素導致無法改裝，只能沿用

原裝備，而模組化就能將這個需求簡化，讓改裝工程更容易執行，同時也能保證武器裝備始終處於先進的水平。

六、系統隔離，利於故障排除(較少維護人員)：

大多數在艦艇服役過的官士兵，都很常遇到一種狀況，就是在裝備故障時找不到原因，因為平時各系統都是互相影響的，因此故障排除一直是一個很大的問題，舉例而言，當控制室看到一個主機高溫警報亮起時，或許是主機本身機件故障；也可能是海水(淡水)冷卻系統失效；又或者是通風系統未作動；再不然就是因為線路老舊產生的假訊號，然而，即使知道上述原因都有可能，但是因為無法各別切斷系統鏈結，所以大多時候只能靠經驗，但若是真的實現模組化設計，因為模組化本身就是靠對接方式與艦體主系統接合，因此可以很容易的做到系統隔離的動作，相對的也就很好去切割故障點，可以減少很多不必要的查找時間。

七、減緩耗損，降低維修成本(維持成本較低)：

此外，扣除戰時的戰損消耗狀況，在平時艦體受損的最大來源大概分為以下兩類：一種是因為高速航行導致的船體結構應力拉扯；另一種就是裝備運轉時振動所帶來的共振頻率 或潛變 的影響，前一種只能靠限速航行來減緩，但會因此影響作戰效能；第二種雖然可以靠隔振裝置來減緩，但是目前造艦時都將艦體與裝備基座鐸死，因此沒有多餘的緩衝空間來隔震，但如果是模組化設計的狀況下，便可很大程度的減少這個狀況，因為對接並非鐸死，相對來說應力拉扯較為輕微，且在模塊之間可以加裝隔振裝置，變相的增加了很多的振動

緩衝空間，對於增加艦體的妥善率來說一樣是有正面的幫助，同時可節約很多維修所需成本。

對海軍而言，在作戰時期的場景設計，都有一個環節是再戰整補，然而，除了艦體嚴重受損外，大多數的狀況都是武器或通雷裝系統的戰損修復，而這些修復都是需要耗費大量人力及時間的，而在模組化設計下，主要裝備的吊卸及安裝都能壓縮在 24 小時內完成，隨即就能立即再出港接續作戰；如同《臺灣生存與海權發展》一書中寫到的：若「武器模組化」的概念得以實現，則在新舊武器更替之際，則可節省諸多不必要的加改裝規劃與設計變更時間，更甚者藉由平時各艦間裝備調節，在戰力互補之虞，也增加了艦艇的機動性，對海軍整體戰力的發揮有相當的助益。

參考資料：

1. 〈整體後勤支援作業簡介〉，中華民國海軍全球資訊網，https://navy.mnd.gov.tw/PolicyRoom/Policy_Info.aspx?ID=8&CID=30054&PID=21。
2. 翟文中，《臺灣生存與海權發展》（臺北市，麥田出版股份有限公司，1999 年 7 月 1 日），頁 141。
3. 〈水面艦艇如何升級改裝〉，kknews，2020 年 4 月 13 日，<https://kknews.cc/military/365bmny.html>。
4. 〈整體後勤支援作業簡介〉，中華民國海軍全球資訊網，https://navy.mnd.gov.tw/PolicyRoom/Policy_Info.aspx?ID=8&CID=30054&PID=21。
5. John F. Schank, Scott Savitz, Ken Munson, Brian Perkinson, James McGee, Jerry M. Sollinger, "Designing Adaptable Ships," RAND, 2016, pp.12~14。
6. 〈高雄國際海事船舶及國防工業展覽會〉，臺灣區航太工業同業公會，http://www.taia.org.tw/news_d.asp?navno=2&secno=205&newsno=1010。