

油電複合推進系統與全電力推進系統之應用

胡卓瀚 先生

提 要：

- 一、我國周邊海域為全球重要運輸航道之一，海軍肩負維護航運暢通及經濟海域與領海之權益捍衛角色，鑒於兩岸威脅情勢及我國所處海域狀況複雜，且鄰近國家海軍不斷加強其海上力量，因此，未來海軍艦船對動力推進性能的要求也將不斷提高。
- 二、作戰艦艇的操控性能與任務順遂執行有著緊密關連性，儘管作戰系統為其重要核心，然就載台而言，「推進系統」為其重要關鍵；尤其近年來，我國積極推展「國艦國造」計畫，艦艇運動性能良窳將影響整體作戰效能發揮。
- 三、當前艦艇推進仍以傳統「機械直接推進系統」與「機械複合推進系統」為主，未來艦艇之推進系統應具備廣域速度控制、低噪音，以及資源應用最佳，俾使艦艇具有最佳航行距離與能源消耗比。為滿足新世代海軍艦艇需求，世界各國軍事艦艇推進方式已朝「油電複合推進系統(Hybrid and Electric Propulsion Systems)」與「全電力推進系統(Electric Propulsion Systems)」方向邁進，因此相關推進系統發展值得海軍同仁關注。

關鍵詞：艦艇推進系統，機械直接推進，機械複合推進系統，油電複合推進系統，全電力推進系統

壹、前言

現代船舶是利用能源(燃煤、重油與柴油等...)帶動動力機械裝置產生推進力，以航行於水(海)上的交通工具，船舶之動力機械不僅需要動力，還需要能將動力轉換成推進力的裝置或系統。一般而言，「艦艇推進系統」可區分為產生動力的原動機¹(原動機

亦可稱為發動機或引擎，如柴油機與燃氣渦輪機)與推進動力裝置兩部分。原動機係將燃料的化學能轉變為機械能或電能，而推進動力裝置則將機械能或電能轉化為推進動能。

目前世界上中、小型艦艇多採用中速或高速柴油機為主，大型船舶則以渦輪機或大型低速柴油機做為動力源。近代採傳統推進之船舶主要是以柴油機為主，其將燃料(柴

註1：〈原動機〉，百科知識，<https://zh.m.wikipedia.org/wiki/發動機>，檢索日期：2020年1月10日。

油)的化學能轉變為機械能，直接驅動俾葉使船舶前進，因為柴油機兼具有原動機和推進裝置之特性，但正因柴油機以直接推進之方式，難以使艦艇獲得優良、精確與節能的推進特性，也不符合現代能源使用模式²。例如科學研究船在日常航行時以中、高速巡航至任務區域，但在任務區內執行任務時(如水下科學探勘研究)則須採行低速航行，而傳統推進系統於低速操作上是有其限制與困難的；再者，一般作戰艦艇採傳統推進系統用於高速或日常巡航是輕而易舉的，但在執行反潛偵蒐作業時，艦艇船速須維持於低速狀態，以避免因自身推進系統所產生之水下噪音，影響聲納探測性能，進而妨礙水下探測精準性與靈敏度。故艦艇推進系統應依據艦艇操作與任務特性選擇與規劃，以滿足艦艇推進性能之要求。

我國周邊海域為全球重要運輸航道之一，海軍肩負起維護航運暢通及經濟海域與領海之權益捍衛角色。鑒於兩岸威脅情勢及我國所處海域狀況複雜，以及鄰近國家海軍不斷加強其海上力量，而海軍艦船對動力推進性能的要求也不斷提高。撰寫本文主要目的，即希望透過蒐集彙整當前世界各艦艇推進系統做一初略的介紹，以有助於參與船舶產業相關領域人員能有進一步瞭解，並期對當前推動之「國艦國造」工作中，有關動力系統選擇部分能有所助益。

貳、艦艇推進系統概述

船舶是一種發展歷史悠久的運輸載具，從最原始的人力做為推進動力來源，到18世紀蒸汽機的問世取代人力，一度成為船舶推進的主力³。船舶推進能力進展至1980年代，由於內燃機技術的進步，使內燃機也成為船舶動力的主流，目前大多數船舶主要的推進方式仍以內燃機(柴油機與燃氣渦輪機)為動力源，直接驅動俾葉產生推力。然為因應現今使用者需求，及改善船舶運動性能、節省燃料成本等因素，系統已由傳統機械架構逐漸發展出「複合機械推進」系統、「油電複合推進」系統，乃至於當前最新發展之「全電力推進」系統，由於系統不斷更新換代，因此有必要做概略介紹，分述如后：

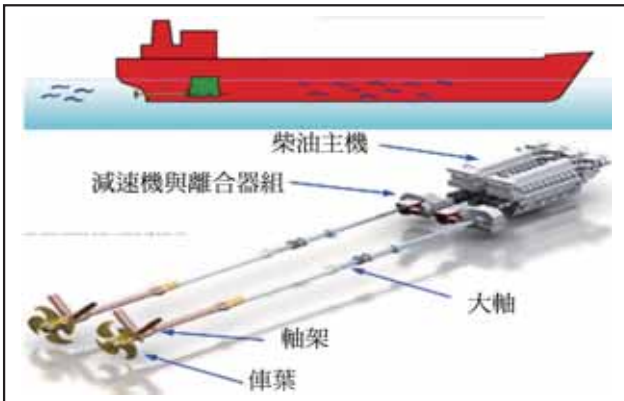
一、傳統推進系統

傳統的船舶/艦艇推進系統架構，多以外燃機(如蒸氣機)、內燃機(如柴油機與燃氣渦輪機等)做為推進動力來源(如圖一)，然而這些推進主機輸出的轉速遠高於艦艇推進需求，採直接機械耦合方式驅動推進器，並依需求設置獨立的發電機組來供應艦艇所需的電力。傳統機械架構的推進系統因其結構限制，於運轉時因產生機械摩擦噪音、速度調節範圍小、反應靈活性遲鈍等問題；另因內燃機轉速遠高於船舶推進需求，且轉速越高推進力矩相對會越低，依內燃機特性若於低速運轉時，會使其系統處於高耗能、低效率的狀態，且會產生氣缸內燃料燃燒不完全與積碳等問題，漸不符合使用潮流。

為解決前述問題，一般於推進主機輸出

註2：龐志森、龐明編著，《現代綜合能源電動船的電力推進技術》(北京：中國水利水電出版社，2013年11月)，頁1。

註3：王國強、盛振邦編著，《船舶推進》(北京：國防工業出版社，1995年9月)，頁4-6。



圖一：傳統推進系統架構圖

資料來源：參考MAN Diesel & Turbo, 《Basic Principles of Ship Propulsion》, 頁11與《Naval solutions from MAN Diesel & Turbo》, 頁21, 由作者自行彙整製圖。



圖二：船用減速機圖

資料來源：ZF Friedrichshafen AG, 《Product Selection Guide 2017》, (Germany: ZF Friedrichshafen AG), 頁1。

端會設置串接一組減速機(如圖二),以便將主機轉速進一步降至適用於艦艇推進的轉速。所謂的減速機其內部構造是由不同大小的齒輪構成⁴,一般商船出港後多採定速巡航,因此其減速機組齒輪比多採固定設計;但對於航行速度操控上有大範圍調整需求之軍

用艦艇(或船舶),則將推進主機輸出端的固定比值減速機,改為具雙(多)段式變速之減速機,使推進主機輸出的高轉速降低,以符合艦艇運動需求,如此便可實現較大範圍的航速控制。傳統上船舶推進主機多採內燃機為主,然而內燃機一般操作於高速狀態時能耗較低;相對的操作於低速時能耗高,因此設置減速機可使內燃機輸出轉速降低,以滿足推進需求,並維持內燃機於高轉速運行,使燃料處於最佳化狀態。此一作法適合用於多數以定速航行之船舶,如定期航線貨櫃輪、天然氣運輸船與油輪等。

另一方面,船舶推進系統所設置的動力源系統(或裝置),其功率遠高於船舶發電機組動力源⁵;然在實際運作上,船艦推進系統操作於滿載全功率的情況與時間並不多見,反而導致動力源系統/裝置效能低落,且浪費燃料之情形。反觀艦上的各項電氣設備與裝置,則無時無刻都需要電力供應,因而導致發電機組經常處於高負荷狀態或滿載等情形。根據研究顯示,船艦所設置之推進主機組與發電機組其原動機輸出之機械總功率比約為8比1,然而兩者每年度燃料消耗比例卻僅約為3比1⁶,顯示船艦所設置推進主機機械功率容量,遠大於發電機組之原動機機械容量,但推進主機運轉卻是經常處於中、低負荷狀態,兩者之間存在著嚴重的操作負荷失衡。

二、複合機械推進系統⁷

註4：ZF Friedrichshafen AG, 《Product Selection Guide 2017》, (Germany: ZF Friedrichshafen AG), 頁1。

註5：徐筱欣編著,《船舶動力系統》(上海:上海交通大學出版社,2007年9月),頁4-9。

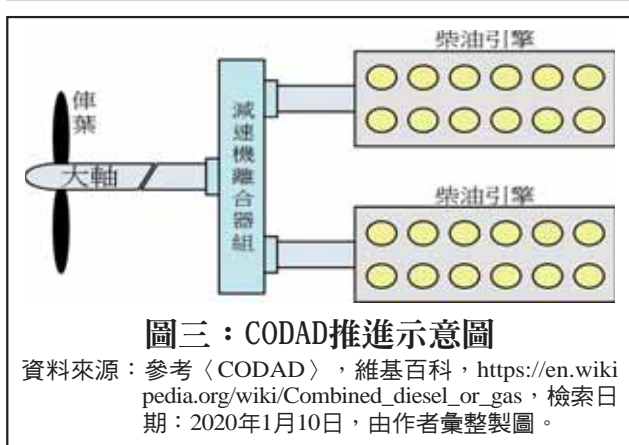
註6：〈整合式電力推進〉,華人百科, <https://is.gd/f3LxuK>, 檢索日期:2020年1月20日。

註7：〈艦艇的聯合動力裝置是什麼〉,每日頭條,2019年3月23日, <https://kknews.cc/zh-tw/military/xlk4a2g.html>, 檢索日期:2020年1月20日。

表一：採用CODAD推進系統之軍艦一覽表

艦型	使用者	排水量	船長	船寬	最大航速
	新加坡海軍 可畏級巡防艦 DELTA Frigates	3,200 噸	114.8 公尺	16.3 公尺	27 節
	馬來西亞海軍 萊吉爾級巡防艦 LEKIU Class Frigates	2,300 噸	106 公尺	12.75 公尺	28 節
	哥倫比亞海軍 帕迪拉級護衛艦 Padilla Class Frigates	2,100 噸	99.1 公尺	11.3 公尺	27 節
	中共海軍 054A 型飛彈護衛艦	3,600 噸	134.1 公尺	16 公尺	27 節
	菲律賓海軍 何塞·黎剎級巡防艦 Jose Rizal-class	2,600 噸	107 公尺	13.8 公尺	25 節

資料來源：參考〈可畏級巡防艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/可畏級巡防艦>；〈萊吉爾級巡防艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/萊吉爾級巡防艦>；〈帕迪拉級護衛艦〉，每日頭條，<https://kknews.cc/news/n3rpng.html>；〈054A型飛彈護衛艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/054A型導彈護衛艦>；〈何塞·黎剎級巡防艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/何塞·黎剎級巡防艦>，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整後製表。



一般而言，除了定期與定航線船舶出港後即以最佳航速航行至下一目的地之外，大多數船舶(如拖船與渡輪)或艦艇(如巡防艦)

在高速航行時，其動力裝置以高功率狀態輸出，占總航程時間比例極小，一般約低於百分之十以下。為滿足現代艦艇在不同任務船況下擁有不同推進性能的需求，推進系統製造廠商提出以兩種或以上，相同或不同之動力裝置組構而成的推進系統解決方案，即所謂的「複合機械推進系統」⁸，常見的系統有「柴油機與柴油機聯合推進(Combined Diesel And Diesel, CODAD)」、「柴油機與燃氣渦輪機交替推進(Combined Diesel And Gas turbine, CODOG)」、「燃氣渦輪機與燃氣渦輪機聯合推進(Combined Gas

註8：〈2017年國內外艦船動力系統行業分類及各種類型動力系統優缺點對比分析(圖)〉，中國報告網，2017年9月30日，<https://pse.is/LZBCR>，檢索日期：2020年1月20日。

表二：採用CODOG推進系統之軍艦一覽表

艦	型	使	用	者	排	水	量	船	長	船	寬	最	大	航	速
		加拿大海軍	哈利法克斯級巡防艦		4,770 噸	134.1 公尺	16.4 公尺	>30 節							
		印度海軍	什瓦利克級巡防艦		6,200 噸	142.5 公尺	16.9 公尺	32 節							
		德國海軍	不萊梅級巡防艦		3,680 噸	130.5 公尺	14.6 公尺	30 節							
		德國海軍	布蘭登堡級巡防艦		3,600 噸	138.9 公尺	16.7 公尺	>29 節							
		中共海軍	052C 型飛彈驅逐艦		5,700 噸	155.5 公尺	17.2 公尺	>31 節							
		中共海軍	052D 型飛彈驅逐艦		6,000 噸	157 公尺	17.5 公尺	>31 節							

資料來源：參考〈哈利法克斯級巡防艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/哈利法克斯級巡防艦>；〈什瓦利克級巡防艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/什瓦利克級巡防艦>；〈不萊梅級巡防艦〉，維基百科，<https://en.wikipedia.org/wiki/>；〈布蘭登堡級巡防艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/布蘭登堡級巡防艦>；〈052C型飛彈驅逐艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/052C型飛彈驅逐艦>；〈052D型飛彈驅逐艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/052D型飛彈驅逐艦>，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整製表。

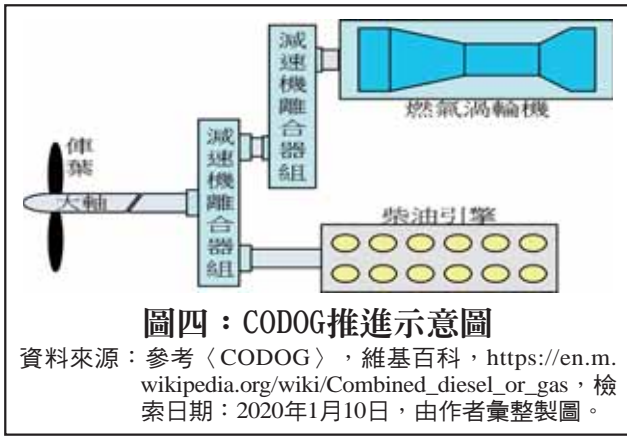
turbine And Gas turbine, COGAG) 與「燃氣渦輪機與燃氣渦輪機交替推進 (Combined Gas turbine Or Gas turbine, COGOG)」，各系統概述說明如後：

(一) 柴油機與柴油機聯合推進 (CODAD)⁹

運用此型式的推進系統者，通常為柴油機單機功率不足或因艦艇艙間空間尺寸大小受限制的情形下，其動力源為兩部柴油主機、一部減速機離合器組合而成，一般多採

兩部同機型柴油機的配置方式，當艦艇於低速或經濟巡航狀態下，每一推進軸均啟動一台柴油機運行，當艦艇需高速運動航行狀態時，則每一推進軸改以兩部柴油機推動（組成結構，如圖三）。因此，系統與單一柴油機系統相較，具備有較大調速控制範圍與優異的經濟航行燃油效益，全球仍有多國軍艦採用此推進系統，一般艦艇噸位約在2,500-3,800噸(如表一)。

註9：〈CODAD〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Combined_diesel_or_gas，檢索日期：2020年1月20日。



(二) 柴油機與燃氣渦輪機交替推進 (CODOG)¹⁰

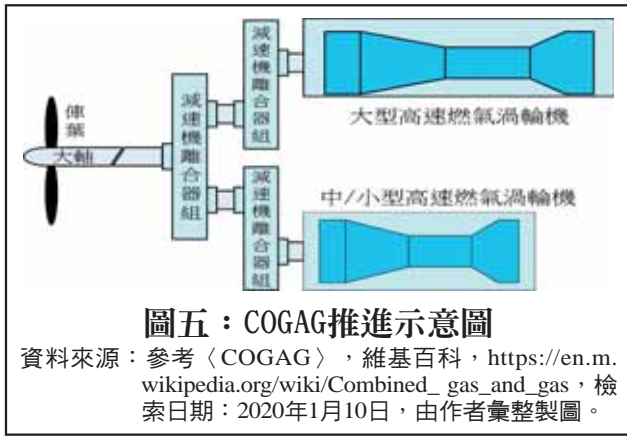
此型的推進系統應用於艦艇日常操作時，需具有適宜的中、低航速；在特殊狀態或任務情形下，又需立即具備高速航行能力。其動力源採一部柴油機與一部燃氣渦輪機，再經由減速機離合器組合而成，較常見的配置方式為每一推進軸採用一部高速型柴油主機與一部燃氣渦輪機的組合，當艦艇於低速

表三：採用COGAG推進系統之軍艦一覽表

艦	型	使 用 者	排 水 量	船 長	船 寬	最 大 航 速
		日本海上自衛隊 朝霧級驅逐艦 Asagiri class destroyer	3,500 噸	137 公尺	14.6 公尺	30 節
		義大利海軍 加富爾號航空母艦 Aircraft carrier Cavour	27,100 噸	244 公尺	29.1 公尺	>29 節
		俄羅斯海軍 不懼級護衛艦 Neustrashimy class frigate	3,800 噸	129 公尺	15.6 公尺	30 節
		英國皇家海軍 闊劍級護衛艦 Broadsword class frigate	5,300 噸	148.1 公尺	14.8 公尺	30 節
		挪威皇家海軍 盾牌級飛彈快艇 Skjold class	274 噸	47.5 公尺	13.5 公尺	>45 節
		中共海軍 055 型飛彈驅逐艦	12,000 噸	180 公尺	20 公尺	30 節

資料來源：參考〈朝霧級驅逐艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Asagiri_class_destroyer；〈加富爾號航空母艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Italian_aircraft_carrier_Cavour；〈不懼級護衛艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Neustrashimy_class_frigate；〈闊劍級護衛艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Type_22_frigate；〈盾牌級飛彈快艇〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Skjold_class_corvette；〈055型飛彈驅逐艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Type_055_destroyer，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整後製表。

註10：〈CODOG〉，維基百科，https://en.m.wikipedia.org/wiki/Combined_diesel_or_gas，檢索日期：2019年12月10日。



或一般經濟巡航狀態下，每一推進軸均以柴油機推動，此時具有較經濟之燃油耗費；當艦艇需操作於高速航行運動狀態時，則將柴油機切換改以燃氣渦輪機推動，如此可滿足艦艇高速狀態需求。因此，本系統具備有大範圍調速能力，可滿足艦艇在高航速下高推力需求，及中、低航速下具備優異經濟航行燃油效益比(結構組成，如圖四)，使用此系統軍事艦艇多為巡防艦型(Frigate)，艦艇

表四：採用COGOG推進系統之軍艦一覽表

艦	型	使	用	者	排	水	量	船	長	船	寬	最	大	航	速
		希臘海軍	埃利級巡防艦	Elli class frigate	3,500 噸	130 公尺	14.5 公尺	30 節							
		荷蘭皇家海軍	科特納級巡防艦	Kortenaer class frigate	3,500 噸	130 公尺	14.4 公尺	30 節							
		英國皇家海軍	雪菲爾級巡防艦	Sheffield class	3,600 噸	132.3 公尺	14.9 公尺	30 節							
		加拿大海軍	易洛魁人驅逐艦	Iroquois class destroyer	5,200 噸	129 公尺	15 公尺	29 節							
		俄羅斯海軍	光榮級飛彈巡洋艦	Slava class	10,000 噸	186.4 公尺	20.8 公尺	32 節							
		日本海上自衛隊	初雪級護衛艦	Hatsuyuki class	2,950 噸	130 公尺	13.6 公尺	30 節							

資料來源：參考〈埃利級巡防艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Elli_class_frigate；〈科特納級巡防艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Kortenaer_class_frigate；〈雪菲爾級巡防艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Type_42_destroyer；〈易洛魁人驅逐艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Iroquois_class_destroyer；〈光榮級飛彈巡洋艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Slava_class_cruiser；〈初雪級護衛艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Hatsuyuki_class_destroyer，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整後製表。

噸位大多落於3, 300-6, 500噸範圍(如表二)。

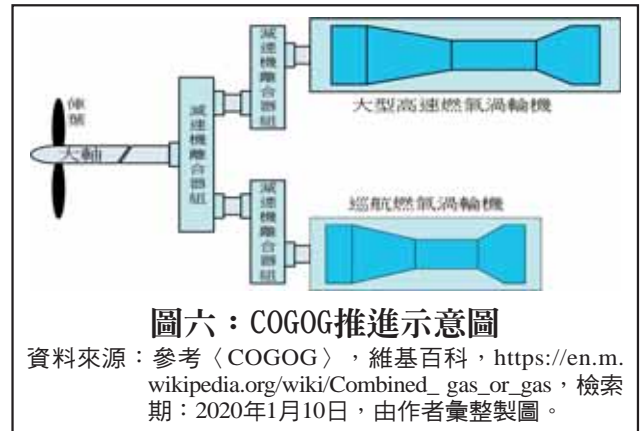
(三) 燃氣渦輪機與燃氣渦輪機聯合推進(COGAG)¹¹

本型式的推進系統與「柴油機與柴油機聯合推進」(CODAD)極為相似，兩者主要差異在於其動力源為兩部燃氣渦輪主機，其餘的組成與CODAD相同。一般多採取兩部相同型式與容量之燃氣渦輪主機的配置方式，具有兩種不同輸出功率優勢。當艦艇於低速巡航狀態下，每一推進軸由一部中、小型燃氣渦輪主機推動，當有高航速需求時，則啟動另一部大型燃氣渦輪主機加入系統運轉，以提升速度及艦船操控能力。

此系統具備有良好經濟性、安裝空間小與重量輕之優勢，惟此系統的較大缺點為燃料(油)運用效率低，耗油量相對較高(組成，如圖五)。此系統用於軍事艦艇之種類相關廣泛，從輕武裝快艇、巡防艦、驅逐艦乃至於航空母艦等，艦艇噸位最小的是快艇(約270噸)，最大的噸位為27, 100噸之航空母艦(如表三)。

(四) 燃氣渦輪機與燃氣渦輪機交替推進(COGOG)¹²

本型式的推進系統與「燃氣渦輪機與燃氣渦輪機聯合動力」(COGAG)主要差異，在於COGAG每一推進軸採兩部相同型式與容量之燃氣渦輪主機；而COGOG則於每一推進軸採用兩種不同功率燃氣渦輪主機。當艦艇操作於低速巡航狀態下時，以小功率(或巡航)燃氣渦輪機做為推進動力來使用；當艦艇需



操作於高速航行時，則改以大功率(大型)燃氣渦輪機做艦艇推進動力(結構組成，如圖六)。這種配置方式降低COGAG的部分缺點，在低航速時燃料耗費相對較低，代表操作成本更低廉；但在高速時，部分性能可能會略遜於COGAG。使用此系統之艦艇有2, 950噸的護衛艦，也有10, 000噸的飛彈巡洋艦(如表四)。

三、油電複合推進系統¹³




如同前述軍事艦艇因其任務特性，要求航速變化相當的大，特別是部分執行特殊任務之艦艇，例如具備反潛作戰能力或海洋資訊探測之艦艇，其日常巡航狀態下操作航速約為12-18節，從接獲任務至任務區域之航程可能採高速或全速(25節以上)航行；任務區域內執行任務時，為避免自身噪音聲響影響任務又須維持低航速。然而柴油機在低速狀態下操作會處於油耗高、輸出功率低的狀態，一般難以較低的速度(5節以下)操作。因此，為滿足此類艦艇在不同任務船況下，擁有極大反差之推進性能需求，於是在推進

註11：〈COGAG〉，維基百科，http://en.m.wikipedia.org/wiki/Combined_gas_and_gas，檢索日期：2020年1月20日。

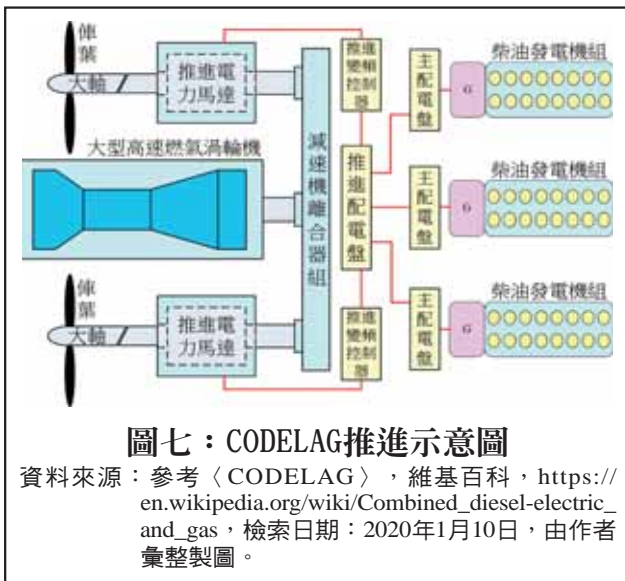
註12：〈COGOG〉，維基百科，http://en.m.wikipedia.org/wiki/Combined_gas_or_gas，檢索日期：2020年1月10日。

註13：同註8。

表五：採用CODELAG推進系統艦船一覽表

艦	型	使 用 者	排 水 量	船 長	船 寬	最大 航 速
		德國巴登 - 符騰堡級巡防艦 Baden Wrttemberg class frigate	7,200 噸	149.5 公尺	18.8 公尺	26 節
		義大利歐洲多用途巡防艦 FREMM (米尼級) multipurpose frigate	6,700 噸	144.6 公尺	19.7 公尺	>30 節
		英國皇家海軍公爵級 Duke class frigate	4,900 噸	133 公尺	16.1 公尺	28 節

資料來源：參考〈德國巴登-符騰堡級巡防艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Baden_Wuerttemberg_class_frigate；〈義大利歐洲多用途巡防艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/FREMM_multipurpose_frigate；〈英國皇家海軍公爵級〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Type_23_frigate，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整後製表。



系統內增加電力推進馬達(或稱電動機)，以改善複合機械推進系統於低速狀態下耗油大之缺點。

所謂的「油電複合推進系統」係在複合機械推進系統的基礎上進行改良，在各推進軸增設推進電動機與原有機械推進系統結

合，高速狀態下以機械推進為主，在中、低航速時則改以推進馬達帶動大軸與俾葉，係將艦艇電力網路的電能轉換為機械能的裝置。理論上「油電複合推進系統」是柴油主機、柴油發電機組、燃氣渦輪機與燃氣渦輪發電機組四種設備的組合，目前已實際應用於艦艇推進系統主要有下列三種，「柴油電力與燃氣渦輪機聯合推進(Combined Diesel Electric And Gas turbine, CODELAG)」、「柴油電力與燃氣渦輪機交替推進(Combined Diesel Electric Or Gas turbine, CODELOG)」與「燃氣渦輪電力與燃氣渦輪機聯合推進(Combined Gas turbine Electric And Gas turbine, COGELAG)」，各系統簡要說明如後：

(一) 柴油電力與燃氣渦輪機聯合推進 (CODELAG)¹⁴

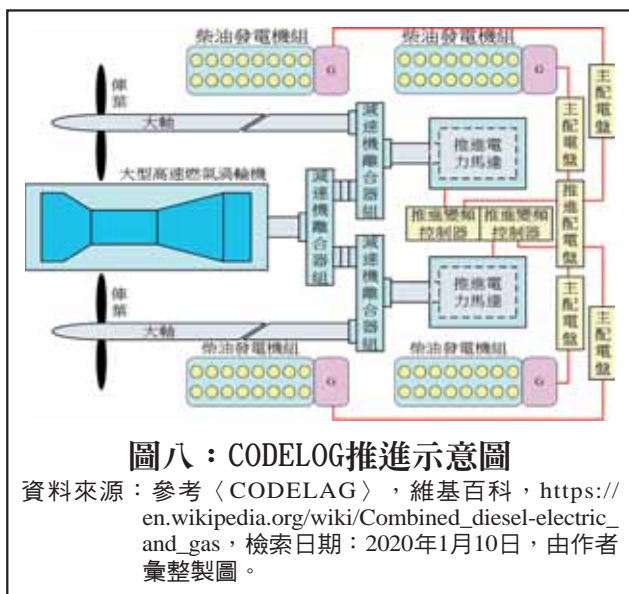
此型式的推進系統是以柴油機帶動發電

註14：〈CODELAG〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Combined_diesel-electric_and_gas，檢索日期：2020年1月10日。

表六：採用CODELOG推進系統

艦	型	使 用 者	排 水 量	船 長	船 寬	最 大 航 速
		南韓海軍 大邱級巡防艦 Daegu-class frigate	2,800 噸	122 公尺	14 公尺	30 節
		法國歐洲多用途巡防艦 FREMM (阿基坦級) multipurpose frigate	6,000 噸	142 公尺	20 公尺	>27 節
		英國皇家海軍 城市級巡防艦 City class frigate	6,900 噸	149.9 公尺	20.8 公尺	26 節
		美國海防 極星級極地破冰船 Polar-class icebreaker	11,037 噸	122 公尺	25.45 公尺	18 節

資料來源：參考〈大邱級巡防艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Daegu_class_frigate；〈法國歐洲多用途巡防艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/FREMM_multipurpose_frigate；〈城市級巡防艦〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Type_26_frigate；〈極星級極地破冰船〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Polar_class_icebreaker，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整後製表。



機產生電力，再將電力輸入推進用電力馬達 (Electric Motor) 帶動俾葉，並設置一部燃氣渦輪機經由離合器耦合推進齒輪減速機組帶動俾葉，此系統驅動模式較為複雜，機械

架構之系統組件較多、也較繁雜，但優點在於具備寬廣速度控制範圍，與相對更經濟的燃油運用效率(如圖七)。因此，對艦艇航速有廣域操作需求者，相當適合以此做為船舶推進系統。

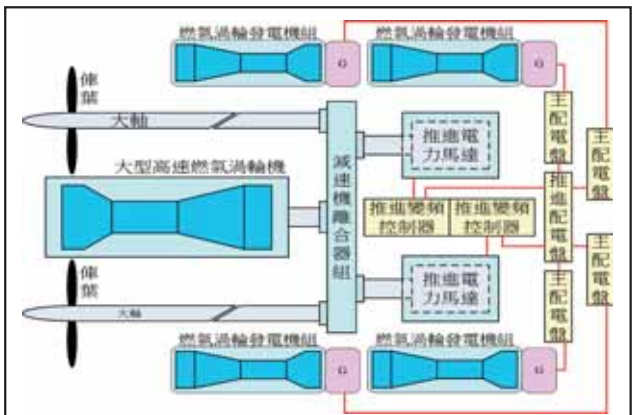
此系統基本上有柴電驅動(柴油發電機帶動推進電動機)、燃氣渦輪機驅動與柴電－燃氣渦輪機聯合驅動三種模式，使用此系統的艦艇多為巡防艦，排水量約4,500-7,500噸間(如表五)。此系統優點在於發電機組不一定需要與推進電力馬達置於同一艙間，且推進電動機的電力無須來自專屬發電機，可由艦艇日用電力網路供應，在系統配置上相對有彈性。然此架構有一缺點，即推進電動機常態與推進軸連結，當艦艇高速航行時，推進動力來源主要為燃氣渦輪機，推

進軸轉速可能高於電動機轉速，此時推進電動機運轉於發電機模式，將會反向對電力系統輸出電力，可能會危害艦艇電力系統，造成如匯流排高電壓、系統短路等風險。故需於推進電動機電力輸入端設置電能回收裝置，再饋入艦艇電力系統，或將反饋電力以電力元件抑制消耗。雖然推進電動機之電力控制系統設計較複雜，但也強化系統本身穩定與電力系統安全性。

(二) 柴油電力與燃氣渦輪機交替推進 (CODELOG)¹⁵

本型式系統推進系統架構與「柴油電力與燃氣渦輪機聯合推進 (CODELAG)」略有不同。船艦一般有兩組推進軸，各配置一台推進電力馬達，後再經由減速機組將燃氣渦輪機輸出動力饋入兩組推進軸 (如圖八)，與 CODELAG 系統主要差異，在於船艦於高速航行推進動力來源會有所不同。當艦艇於高航速狀態時，以燃氣渦輪機做為推進主動力源，此時推進電動機端離合器切斷，不會與推進軸連動，避免產生感應電力逆向饋入日用電力網路。

當船艦於低航速或經濟巡航狀態時，改以柴油發電機組產生電力饋入艦艇日用電力網路，經由電力網路分配輸送電力至推進電動機 (Electric Motor)，推進電力馬達將電能轉換成機械能，驅動推進軸與俥葉使艦艇運動。低速運動時，以柴油機驅動發電機產生電力向推進電動機供電，使艦艇自身噪音較低，而較佳的靜音效能有利於執行靜音需求任務 (如反潛作戰)。目前採用此系統艦艇



圖九：COGELAG推進示意圖

資料來源：參考〈CODELAG〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Combined_diesel-electric_and_gas，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整製圖。

噸位約為2,800-7,000噸之間，也有萬噸級以上，而軍用艦艇多為巡防艦 (如表六)。

(三) 燃氣渦輪電力與燃氣渦輪機聯合推進 (COGELAG)

此型式的推進系統是以中、小型燃氣渦輪機與發電機所組成之「燃氣渦輪發電機組」產生電力，除提供日常用電力需求外，經由艦內供電網路將電力饋入推進電力馬達帶動俥葉；另設置一部大型高功率燃氣渦輪機，經由離合器耦合推進減速機組帶動俥葉 (如圖九)。此系統驅動模式與CODELAG相似，但推進系統傳動結構較複雜，但操控反應速度較其他系統更為快速且範圍更寬廣，且提供之電力與CODELAG相較，功率較大且反應更迅速。

此系統之艦艇高速航行時，以燃氣渦輪機做為主動力源驅動俥葉；低速時改以燃氣渦輪機發電機組供電推進電動機，有相當優異之靜音效能。與CODELAG相較之優勢在

註15：〈CODELAG〉，維基百科，http://en.m.wikipedia.org/wiki/Combined_diesel-electric_and_gas，檢索日期：2020年1月10日。

表七：採用COGELAG推進系統

艦	型	使	用	者	排	水	量	船	長	船	寬	最大航速
		日本	摩耶級護衛艦			8,200 噸		170 公尺		21 公尺		30 節
		日本	朝日級護衛艦			8,200 噸		170 公尺		21 公尺		>30 節
		美國海軍	伯克級驅逐艦			9,200 噸		155.3 公尺		20.4 公尺		>30 節

資料來源：參考〈朝日級驅逐艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/朝日級驅逐艦>；〈摩耶級驅逐艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/摩耶級驅逐艦>；〈伯克級驅逐艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/阿利·伯克級驅逐艦>，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整後製表。

於系統採用的燃氣渦輪發電機組產生之電能較大，且電力網路穩定性亦較佳，可滿足與供給更大推進電動機電力需求，但因使用燃氣渦輪機所耗費油料較高，且燃氣渦輪發電機組尺寸較柴油發電機組大。此系統多用於5,100-9,200噸驅逐艦，其中日本海上自衛隊驅逐艦多使用此一系統(如表七)。

四、全電力推進系統¹⁶

(一)全電力推進概念

1. 自1980年代開始，世界上各主要大國與海洋科技技術先進國家，都大力投入開發以綜合全電力推進系統為基礎的船舶，因為「全電力推進」對於改善艦艇操縱運動性能、降低噪音雜訊、提高作戰能力、增進艦艇生存能力、改善艙間容量與艙間運用等方面，都具有明顯優勢。20世紀90年代，美國海軍為能達到有效統合全艦電力應用，提出並

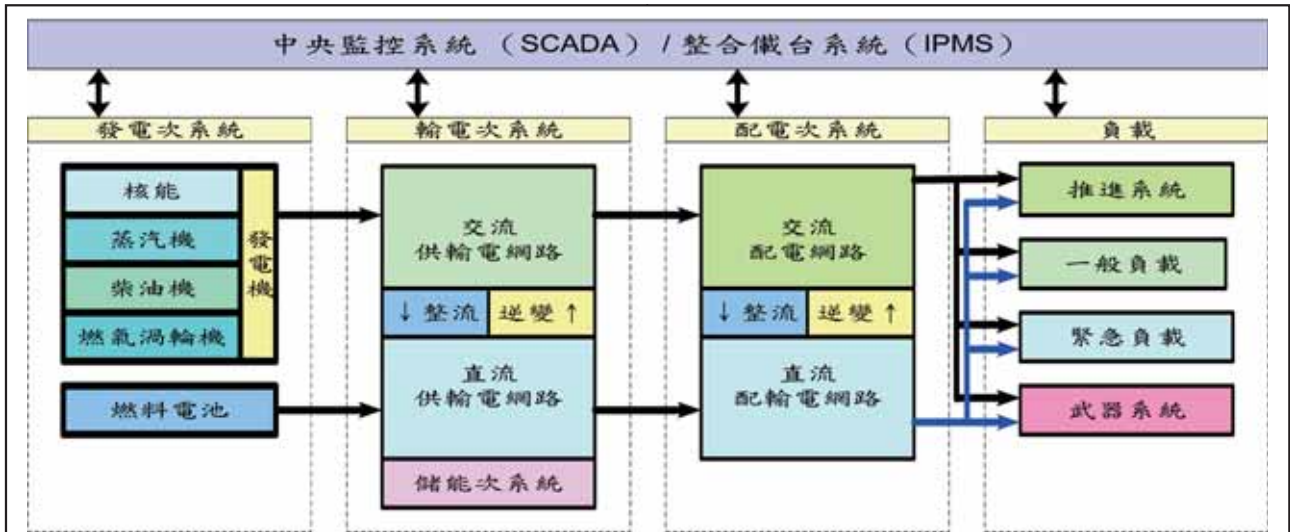
開始新型艦船「綜合電力系統」¹⁷(Integrated Power System, IPS)的研究與開發，並以此做為系統核心，俾符合未來推進系統潮流趨勢；另英、法兩國也提出並開始「綜合全電力推進」(Integrated Full Electric Propulsion, IFEP)的計畫¹⁸；而荷蘭也提出了全電力船(All Electric Ship, AES)的概念。

2. 綜合全電力推進係採取整體性與模組化的方式實現發電、輸電、配電及能量的轉換，加上系統本身與各次系統、裝備、資訊控制界面做一致性律定，並統合各系統與裝備間資訊與控制標準，降低系統整合問題，減少訊息傳遞時間，使艦艇整體處於最佳的狀態(如圖十)，並已成為目前艦船動力系統發展的趨勢。美軍將「綜合電力系統」與「綜合全電力推進」運用於DDG-1,000朱瓦特

註16：張狄林，〈美國綜合電力推進技術發展綜述〉，《船電技術》(湖北武漢)，中國造船工程學會輪機學術委員會，第30卷，第12期，2010年12月，頁47-53。

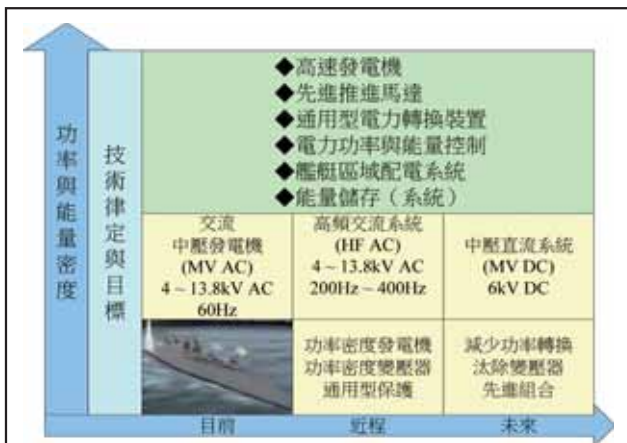
註17：〈整合式電力推進〉，華人百科，<https://is.gd/f3LXuK>，檢索日期：2020年1月10日。

註18：喬鳴忠、于飛、張小鋒編著，《船舶電力推進技術》(北京：機械工業出版社，2013年1月)，頁8-6。



圖十：綜(整)合電力系統概念示意圖

資料來源：由作者自行繪圖。



圖十一：美海軍下一代綜合電力技術 (NGIPS) 發展趨勢圖

資料來源：參考〈NEXT GENERATION INTEGRATED POWER SYSTEMS FOR THE FUTURE FLEET〉, Norbert Doerry, <http://doerry.org/norbert/papers/papers.htm>, 檢索日期：2020年1月20日，由作者彙整製圖。

級 (Zumwalt-Class Destroyer) 驅逐艦上，並將未來大型艦船可能使用之高能光電武器 (如電磁軌道砲、高功率雷達及雷射武器) 等新型科技與動力技術納入，並持續提高綜合

電力系統技術發展。未來艦船電力系統將朝高功率密度、高可靠性及高效率等方向演進，並由目前的綜合電力技術衍生美國海軍「下一代綜合電力技術」(Next Generation Integrated Power System, NGIPS)¹⁹，最終將綜合電力系統技術用於發電、推進、儲能、電能控制、平臺負載、配電及能量轉換等各式模組單元設備中，期望發展出的各模組單元設備能用於各型艦艇²⁰ (整體發展趨勢，如圖十一)。

3. 美海軍發展NGIPS主要目的，就是系統必須支援高能 (光電武器) 任務系統、減少全艦配置原動機的數量、提升全艦配置原動機的運轉與燃油運用效率、提升推進器的使用效率、增進與改善艦艇內部空間總體布置的靈活性、提升艦船的建造與施工效率、改善艦船內部各分區生存能力；也要提升損管效能、電力網路之電力品質與系統可靠度。

註19：同註16。

註20：同註16。

表八：實際應用全電力推進三型艦艇特性與配置

艦型	 英國 45 型驅逐艦	 美國朱瓦特級驅逐艦	 澳洲坎培拉級直升機母艦
載重	8,700 - 9,400 噸	15,742 噸	26,800 噸
艦長	152.4 公尺	190 公尺	230.8 公尺
艦寬	21.2 公尺	24.6 公尺	32 公尺
水深	7.4 公尺	8.4 公尺	7.08 公尺
內置動力	2 部 WR-21 燃氣渦輪發電機組 (21.5 MW)。 2 部 Wartsila 12V200 柴油發電機組 (2 MW)。	2 部 MT30 燃氣渦輪發電機組 (38.75 MW)。 2 部 RR4500 燃氣渦輪發電機組 (3.8 MW)。	1 部 GE LM2500 燃氣渦輪發電機組 (19.16 MW)。 2 部 16V32/40 柴油發電機組 (14.9MW)。
推進系統	2 推進軸，每軸以 20MW 電力電動機做為推進動力源。	2 推進軸，每軸以 39MW 電力電動機做為推進動力源。	2 部西門子夾艙全向式推進器，動力源輸出約 22MW。
航速	不超過 32 節 (59 km/h)。	30 節 (56 km/h)。	不超過 19 節 (35.2 km/h)。
航程	在 18 節 (33 km/h) 航速下為 7,000 浬 (13,000 公里)。	—	在 15 節 (27.8 km/h) 航速下為 9,250 浬 (17,131 公里)。

資料來源：參考〈Daring-class destroyers〉，維基百科，[https://en.wikipedia.org/wiki/Daring-class_destroyer_\(1949\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Daring-class_destroyer_(1949))；〈Zumwalt class destroyer〉，維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Zumwalt_class_destroyer；〈HMAS Canberra (L02)〉，維基百科，[http://en.wikipedia.org/wiki/HMAS_Canberra_\(L02\)](http://en.wikipedia.org/wiki/HMAS_Canberra_(L02))，檢索日期：2020年1月10日，由作者彙整後製表。

並利於發展次世代電力裝置與先進儲能裝置合併使用，及依需求可逆向對岸勤設施及陸岸電網，提供電力等需求納入優先考量。

(二) 全電力推進之艦艇

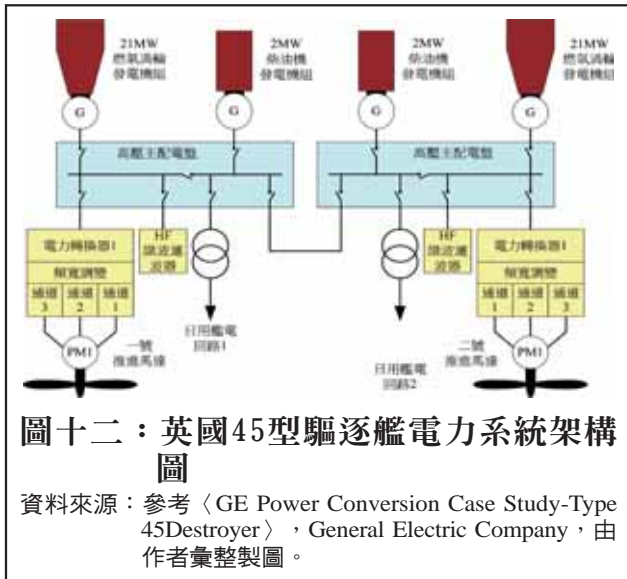
目前世界各國海軍除了傳統柴電潛艦外，採用綜合電力系統與全電力推進系統，並實際運用於軍艦動力來源之國家尚屬少數，主要集中於英、美等西方國家，以下就目前實際應用全電力推進三型艦艇做簡要分析(如表八)：

1. 英國45型驅逐艦(Type 45 destroyer)²¹：

該型驅逐艦動力系統採用革命性的整合式全電力推進系統(Full Electric Propul-

sion, FEP; 美國稱為IPS)，系統包含兩部勞斯萊斯(Rolls-Royce)WR-21燃氣渦輪機組，該機組最大可連續輸出功率為21.5MW(Mega Watt, MW)，每具燃氣渦輪各自驅動一台21MW的交流主發電機；兩具俾葉各由一部20MW奇異電機(GE Power Conversion)所生產的先進感應推進電動機(Advanced Induction Motors, AIM)驅動。此外，還配置兩組2MW級的瓦錫蘭(Wartsila) 12V200型柴油發電機為輔助，電力網路採中壓電力(AC 4160V)型式設置，再經由變壓器降壓輸出供給艦艇一般裝備(AC115V)及戰系裝備(AC 440V)電力使用(電力網路架構，如圖十二)。中、低速航行時，可選擇以兩部輔助柴油

註21：〈Daring-class destroyers〉，維基百科，[https://en.wikipedia.org/wiki/Daring-class_destroyer_\(1949\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Daring-class_destroyer_(1949))，檢索日期：2020年1月10日。



發電機供給全艦電力，在經濟航速18節狀態下，最遠航程為7,000浬，且海試期間曾經於70秒內加速到達設計船速29節，並持續加速至120秒時，達到最高航速31.5節之紀錄²²。

2. 朱瓦特級驅逐艦²³：

該型艦為美海軍新世代主力水面艦艇，從艦體設計、電機動力、指管通情、網路通信、偵測導航、武器系統等，再度展現美海軍科技實力、財力，以及思想設計上的前瞻遠見。本型艦開發時，美海軍除採用螺旋推進的開發策略外，另列出十大關鍵技術²⁴分別指定承包商通過工程發展模型(Engineer Development Model, EDM)的方式進行實際測試。據此，美國海軍研究辦公室(Office of Naval Research, ONR)主導製造一艘長40.6公尺、排水量120噸的實驗艇—先進電

力推進船隻展示平台(Advanced Electric Ship Demonstrator, AESD)，整個艇體構型宛若DDG-1000的縮小版，其最主要的功能在做為裝備(系統)先期研究測試使用²⁵。

系統採用整合式全電力推進，完全不同於美海軍現役大部分艦艇，主要配置勞斯萊斯MT30燃氣渦輪發電機組，兩具MT30的最大可連輸出功率為38.75MW，俾葉分別各由一部39MW級先進感應馬達驅動，此外還配置兩組輸出3.8MW的勞斯萊斯RR4500燃氣渦輪發電機組做為輔助。朱瓦特級主發電機採中壓電力(AC4160V)型式設置，緊急發電機則採低壓電力(AC450V)型式設置，兩者經升降壓整流裝備產生中壓直流電力(DC 1000V)後，饋入該艦左右兩舷所設置之直流匯流排，經直流區域配電網路(DC Zonal Electrical Distribution)配電至各區段內，再依該區段內負載特性與電力需求，調變出適當電力供給負載(網路架構，如圖十三)。

3. 坎培拉級直升機母艦(Canberra-class, LHD)²⁶：

坎培拉級動力配置為1部奇異電機生產的LM2500燃氣渦輪發電機組(最大輸出電力19.16MW)做為電力發電主機，另配置兩部MAN16V32/40柴油發電機組(最大輸出電力14.9MW)為輔助發電機組，並採用2部西門子(Siemens)所生產的夾艙全向式推進器(Podded Propulsion)，每部推進器額定功率為

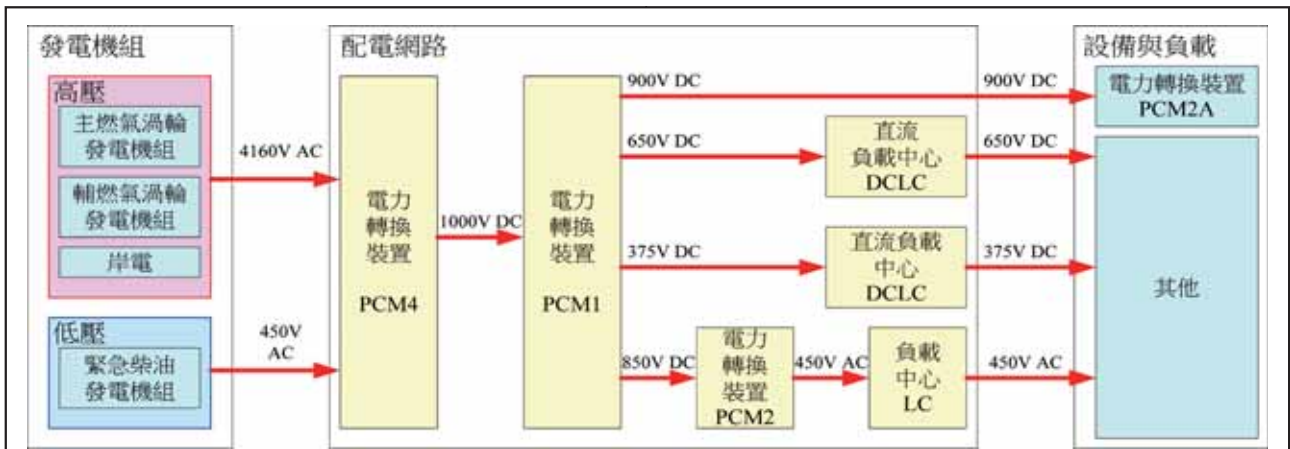
註22：〈Type 45 destroyer〉，維基百科，http://en.wikipedia.org/wiki/Type_45_destroyer，檢索日期：2020年1月10日。

註23：〈朱姆沃爾特級驅逐艦〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/朱姆沃爾特級驅逐艦>，檢索日期：2020年1月10日。

註24：〈朱姆沃爾特級驅逐艦〉，華人百科，<https://www.itsfun.com.tw/>，檢索日期：2020年1月10日。

註25：同註24。

註26：〈HMAS Canberra (L02)〉，維基百科，[http://en.wikipedia.org/wiki/HMAS_Canberra_\(L02\)](http://en.wikipedia.org/wiki/HMAS_Canberra_(L02))，檢索日期：2020年1月10日。



圖十三：朱瓦特級驅逐艦電力系統架構概念圖

資料來源：參考Bill Sposato，〈DDG 1000 Class Destroyer〉，U.S. Navy Port Engineers，31 August 2011，由作者彙整製圖。

11MW，整體可輸出22MW（約29,500匹馬力）的動力，並以最大19節航速航行，該推進系統的特點在於無須設置控制舵即可靈活操控船艦運動，且無傳統推進的大軸，使該艦空間規劃更具彈性，惟缺點在於最大航速較低。

參、艦艇電力系統發展趨勢與我國運用之挑戰

造船工業是一個具備整(統)合性質的工業，除了傳統的船舶設計建造技術外，現代船舶更需整合電力、電子、機械與自動化工程等技術。早期電力系統對於船舶而言只是一項附屬系統，然而因科技技術的蓬勃發展，電力系統在船舶各系統組成中日趨重要，近年我國力推「國艦國造」政策，艦艇電力系統發展也將密切牽動新造艦艇之性能。

一、電力系統發展趨勢

「綜(整)合電力系統」與「電力推進系統」最大特點在於將傳統推進使用中、低航速時，改由電動馬達帶動俾葉推進；或整體

推進系統完全改採電動馬達帶動俾葉推進。這是一個較新的領域與系統，目前世界上很多國家都在進行深入的研究，國外已開發了多種類型的綜合電力系統，並運用在各式各種類船舶上(包含軍艦在內)。目前，我國新造各式艦艇在推進系統與日常電力設計規劃上，係採取各別獨立設計規劃，彼此為各自獨立的系統；然在考量艦艇空間與資源有限的情況之下，如何整合內部各資源、裝備與系統做有效率的運用，將是未來一個重要的課題。

單純就電力與推進系統而言，現今發電機組與推進主機之動力源多採用內燃機(或柴油機、燃氣渦輪機)，差異在於所驅動之裝置的不同；如以現行的規劃設計方式則需分別規劃電力與推進系統之動力源，兩者間無法共用整合，將形成資源浪費。基於未來艦艇整體發展與需求，電力系統設計規劃必須朝下列方向發展：

(一) 艦艇電力系統網路朝中、高壓電力

發展，提升電力系統供電能力、效率、品質、穩定度與可靠度。

(二)艦艇供電設備與元件朝微型化、模組化、耐高壓化與高功率化，各系統採多重備援與複置配置之規劃與設計，以提升艦艇各個系統安全性與存活性。

(三)開發小型、高效能與高功率化馬達，並將先進儲能系統如燃料電池、高功率鋰/鋁電池、飛輪系統等，均應一起納入整體系統規劃。

(四)艦艇各系統自動化與智慧化，模組規格標準化與集成化，各裝置間通訊協定一致性，並採用標準通用規格，減輕艦上人員工作負擔，提升艦艇反應與環境適應能力。

簡言之，為使艦艇資源能做最佳有效率的運用，將會牽涉「電力整合」技術的應用，因此必須就艦艇電力的產生、輸送、變換、保護、分配及運用等面向，進行更深入的研究與相關保護機制的設計，以符合新造艦艇電力要求(含電力推進)和未來高能武器等應用，也是我國推動自主造艦必須面對的重要課題。

二、我國運用之挑戰

當前我國海軍操作使用之主作戰艦艇(除基隆級艦外)多數小於5,000噸，且面臨國內人口減少、少子化與老年化等客觀議題，應提升艦艇各系統自動化程度，以減少艦艇操作人力需求，並優化艦艇裝備性能之需求更顯重要。而提升艦艇自動化程度，採用「複合油電—機械推進系統」或「全電力推進系統」將會是一項重要抉擇。但推進系統的變動勢必會遭遇許多挑戰，尤其當前「國艦

國造」政策推行目的，主要在於提升我國造船工業與相關產業技術升級，並增進勞動就業市場規模，以減少失業率、提振國家經濟，因此就必須將國內各廠商商品適用性與相關裝備的可獲性納入考量，並在進行艦艇規劃設計時就將人員、裝備與廠商技術等因素，納入統整思考與充分評估，相關挑戰臚列如後：

(一)加強培養中/高壓電力操作保養人力

在考慮「複合油電推進系統」或「全電力推進系統」運用與效率等因素後，基於兩者目前多已朝中、高壓電力(依我國輸配電設備裝置規則，電壓高於AC750V者屬高壓電力)系統方向發展，然因中、高壓電力系統(設備)與低壓電力系統(設備)其操作、保護與維護技術不同，須加強培養中、高壓電力操作保養人力，增進人員檢修能力，才能適應未來需要，及提升艦艇海上航行安全。

(二)放大艦艇載台尺寸

當前我國海軍使用艦艇除油彈補給艦(AOE)與基隆級艦外，主戰艦艇排水量小於5,000噸，依全球現行採用「複合油電—機械推進系統」或「全電力推進系統」之艦艇，除少數艦艇小於5,000噸外，其餘艦艇噸位數最少為6,000噸以上，因此設計之船體載台較小、所承載之重量有限，故需適度放大艦艇載台尺寸與噸位，方能增加艦艇承載能力與提高整體穩定度。

(三)提升艦艇自動化程度與運用

為符合未來任務與作戰形態，新造艦艇應採用高度自動化設計，並適度加入人工智

慧(AI)，協助人員操控與輔助決策命令執行，使艦艇整體操控性能更加流暢迅速，不僅滿足艦艇面對未來各種新形態任務與作戰場域快速變異之需要，亦增強艦艇戰場適應能力與存活率。

(四) 優化馬達(電動機)及其附屬裝備設計製造能力

馬達在艦艇各系統內運用極為廣泛，尤其應用於推進系統時，更是一項極為重要裝備。我國電動機製造商已具備大型電動機設計與製造能力，但對於更先進之馬達設計與製造能力，則應予以強化；不僅提升馬達之單位功率密度、降低單機重量，才更有利於艦艇之應用。另我國設備供應商在大型電動機附屬應用控制系統領域的設計與製造較不足；故政府應積極鼓勵廠商投入相關商品研究與開發，才能優化整體技術與產品應用領域。

(五) 獎勵我國廠商投入海用裝備研發

目前我國電氣設備商生產之低、中、高壓供電產品，主要以陸上設備為主，多未經海事認證；且相關產品與歐美等廠商產製品比較時，裝備不僅較大且重量偏重，不利於軍用船舶上應用。因此，獎勵廠商投入產品小型化與輕量化設計製造，並輔導廠商取得海事產品認證，以提高船舶設備國產率，連帶可使「國艦國造」產業鏈有關整體國產裝備占比得以提升，亦有助增進國內產業加速升級，並擴大市場規模。

(六) 統合產官學研充分應用國家資源

政府主導單位應統合國內各廠商、學術研究單位與政府機關整體資源，促成廠商與


學術研究單位競相投入船舶電力電氣裝備與系統之研究發展。另政府有關部門則可透過政策導引科技發展，將相關理論研究化為實際技術並投入應用，藉合宜政策促進整體產業與技術成長，如此才能將產、官、學、研等各方資源做有效統整，不僅帶動國家整體工業技術升級，也能有助於艦用動力系統研發與運用，並落實艦艇裝備本地化生產，節約設計製造成本。

肆、結語

現今艦艇設計與運用多已朝向模組、經濟、高速、節能減碳及高度系統整合與自動化發展，傳統上機械式推進系統對於定期航線與定速度船舶應用，雖可充分滿足其需求，然對於航程過程中會有大範圍速度變化或有低速運行需求之船艦，在運用會有靈活度不足、能源(油料)損耗大，及低航速狀態無法滿足操船使用需求等問題，因此新造艦艇確實有必要將推進系統更新換代，以滿足任務需求。

我國周遭海域狀況複雜，且鄰近國家海上威脅程度不斷升高，我國海軍艦艇在面對未來的多元任務型態(如水下資源與目標探測、區域海空防護與領海主權捍衛等)，在節能減碳與整體資源有效優化應用考量下，艦艇採用「複合油電—機械推進系統」或「全電力推進系統」已是未來的趨勢，就如同電動車輛的發展，已成為節約能源、減少碳排放的「顯學」。儘管我國當前工業技術與能力，在推行全電力推進部分尚有多項技術須待克服，然政府仍應積極朝先行導入發展

「複合油電－機械推進系統」做為新式艦艇推進系統，以便於後續新造艦能規劃設計出符合未來海上任務需求性能之船舶。尤其，在設計階段更應充分依據艦艇任務目標與運用需求，進行廣泛的探討與長遠計畫，同時考量空間、承載重量、電力供應等因素，設計適宜之推進系統，方能使新造艦艇操縱特性靈活，以滿足任務執行。當然，也以此期

勉海軍建軍規劃與船舶設計發展同仁，都能共勉共勵，一起努力達成「國艦國造」之政策目標。 

作者簡介：

胡卓瀚先生，義守大學電機工程技術系89年班、樹德科技大學電腦通訊研究所92年班，曾任高雄捷運公司電控系統工程處工程師、維修處電機廠電力課股長，現為海軍工程師。

老軍艦的故事

美朋軍艦 LSM-344

美朋艦係美國Dravo公司建造之中型登陸艦，於1945年下水成軍，在美服役期間編號為LSM-431，二次大戰後美國根據中美租借法案，於民國35年9月14日在青島贈交我國，同年10月成軍，命名為「美朋」艦，編號為 LSM-244，隸屬於海防第二艦隊，至民國39年6月再改隸屬登陸艦隊，民國54年編號改LSM-344。

該艦成軍服勤後曾參加：「中美北斗」、「鐵漢」、「海功」等演習，亦曾參與膠東戰役、大陳島撤運戰役及八二三金門砲戰等重要戰役，締造多項光榮戰果，至民國60年3月1日功成除役，劃下美好句點。(取材自老軍艦的故事)

