

美海軍朱瓦特級驅逐艦IPS 整合式動力系統簡介

Introduction to Zumwalt class destroyer Integrated Power System

楊維漢 YANG, Wei-Han

提 要：

- 一、DDG-1000 USS Zumwalt朱瓦特號驅逐艦是首艘採用創新高存活率的IPS整合式動力系統技術的美海軍水面作戰艦。
- 二、朱瓦特級驅逐艦輪機系統設計係依據IPS整合式動力系統與IEP整合式輪機設施等2大創新概念，致力於實現降低艦艇人員編制與面對各種損壞狀況下確保艦艇擁有較佳存活率等兩大目標。
- 三、朱瓦特級驅逐艦IPS整合式動力系統架構包含HVPS高壓電力系統與LVPS低壓電力系統，首創驅逐艦設計導入使用4160伏特交流電。HVPS高壓電力系統旗下包含2部MTG主燃氣渦輪發電機組、2部ATG輔助燃氣渦輪發電機組、2部AIM先進感應馬達與高功率馬達驅動器、4部COTS商用現貨組件的改良型配電板與相關保護設備；LVPS低壓電力系統則包含IFTP綜合持續作戰電力、SSDS日用艦電與EDG緊急發電機組等3部分。
- 四、朱瓦特級驅逐艦的IFTP綜合持續作戰電力將全艦劃分為4個電力隔離區，藉由左右舷2個縱向分離的匯流排在前後4個電力隔離區內大量使用固態PCM電力轉換模組進行1,000伏特直流電配電，其由4個PCM-4模組、8個PCM-1模組、8個PCM-2模組、16個負載中心所組成。

關鍵詞：整合式動力系統、先進感應馬達、主燃氣渦輪發電機、輔助燃氣渦輪發電機、貝斯造船廠、初期戰備能力、工程發展模型、船艦、機械和電力系統、全電力艦艇、整合式輪機設施、交流區域式配電、直流區域式配電、綜合持續作戰電力、商規現貨組件、高壓電力系統、低壓電力系統、日用艦電系統、緊急發電機、電力轉換模組、艦電整流模組、艦電換流模組、輪控系統

Abstract

1. DDG-1000 USS Zumwalt is the first U.S. Navy surface combatant to employ an innovative and highly survivable integrated power system.
2. The design of engineering systems in DDG-1000 is based

on two revolutionary concepts, which are Integrated Power System(IPS) and Integrated Engineering Plant(IEP). They attend to promote two objectives, which are to reduce the manning for ship operation and to ensure far better survivability of the ship under various damage conditions.

3. The architecture of Integrated Power System for Zumwalt class destroyer includes high voltage power system and low voltage power system. It is the first to introduce 4160 volt of alternating current in U.S. Navy destroyer design. The high voltage power system of Zumwalt class destroyer contains 2 sets of main gas turbine generator, 2 sets of auxiliary gas turbine generator, 2 sets of advanced induction motor and drive, 4 sets of modified COTS switchboard and protection system. Its low voltage power system consists of integrated fight through power, ship service distribution system and emergency diesel generators.
4. The IFTP for Zumwalt class destroyer distributes 1000 volts of direct current via two longitudinally segregated buses(port and starboard)in four electrically isolated zones(forward to aft) with extensive use of solid state power conversion modules(PCM). It is formed with 4 sets of PCM-4 module, 8 sets of PCM-1 module, 8 sets of PCM-2 module and 16 load centers.

Keyword: IPS(Integrated Power System)、AIM(Advanced Induction Motor)、MTG(Main gas Turbine Generator)、ATG(Auxiliary gas Turbine Generator)、BIW(Bath Iron Works)、IOC(Initial Operating Capability)、EDM(Engineering Development Model)、HM&E(Hull Mechanical & Electrical systems)、IEP(Integrated Engineering Plant)、AC ZED(AC Zonal Electrical Distribution)、DC ZED(DC Zonal Electrical Distribution)、IFTP(Integrated Fight-Through Power)、COTS(Commercial-Off-The-Shelf)、HVPS(High Voltage Power System)、LVPS(Low Voltage Power System)、SSDS(Ship Service Distribution System)、EDG(Emergency Diesel Generator)、PCM(Power Conversion Module)、SSCM(Ship Service Converter Module)、SSIM(Ship Service Inverter Module)、ECS(Engineering Control System)

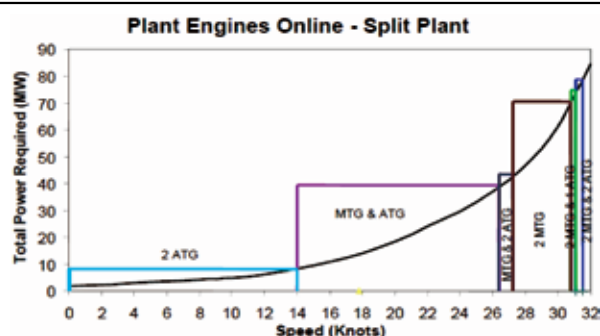
壹、前言

美海軍自1994年起考量邁入21世紀面臨嶄新作戰形態推動研發能宰制濱海水域並具岸轟火力支援能力的攻陸作戰艦計畫，投入大量資金、人力與物力，經過幾近20年的努力終於瀕臨開花結果，集最新科技大成於一身的DDG-1000 USS Zumwalt朱瓦特號驅逐艦已於2013年10月28日下水(如圖一)，是首艘採用創新高存活率的IPS整合式動力系統技術的美海軍水面作戰艦，裝置2部迄今美海軍所使用最大型的推進馬達－輸出功率36MW的AIM先進感應馬達做為推進使用，極速超過30節，配備2部容量36MW的MT-30型MTG主燃氣渦輪發電機組、2部容量3.9MW的勞斯萊斯4500型ATG輔助燃氣渦輪發電機組，裝置容量接近80MW，超過神盾驅逐艦發電容量8倍有餘，另備有500KW緊急發電機組2部。以20節航速航行，仍保有74%總發電容量(約58MW)可供艦上其他系統裝備使用，即使1部MTG故障失去動力，仍能保持27節航速，航抵部署海域換用ATG供電作低速巡弋航行，可節約燃油與降低噪音(如圖二)。2012年12月14日美海軍完成朱瓦特級驅逐艦重大施工節點，吊裝以複合材料打造的甲板船艙(Deckhouse)與船體結構接合(如圖三)。回顧2009年2月通用動力集團旗下BIW貝斯造船廠展開首艘DDG-1000的建造工作，2011年11月17日舉行安龍典禮，2013年10月28日下水，2014在9月23日完成啟動艦上燃氣渦輪發



圖一 下水作業中的朱瓦特號匿蹤驅逐艦

資料來源：<http://www.navsource.org/archives/05/pix2/0501100033.jpg>



圖二 朱瓦特級匿蹤驅逐艦航速-推進動力需求圖

資料來源：http://www.portengineerprogram.org/Conference_Presentations/2011/DDG1000_Program_Overview.pdf



圖三 DDG-1000甲板船艙與船體結構吊裝接合

資料來源：<http://www.navsource.org/archives/05/pix2/0501100023.jpg>

電機組進行組合測試作業，計畫2016年達成IOC初期戰備能力^{1,2,3}。

註1：Bill Sposato，『DDG 1000 Class Destroyer』，http://www.portengineerprogram.org/Conference_Presentations/2011/DDG1000_Program_Overview.pdf，pp.17-20。

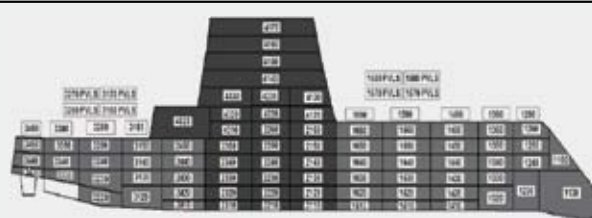
註2：Jay Sego，『Systems of Change』，http://media.navysna.org/surface-warfare/SurfaceWarfare_Win2012_Singlepgs.pdf，p.10。

註3：Jim Downey，『DDG 1000 Class Destroyer』，https://www.navalengineers.org/flagship/meetings/Documents/Downey_DDG1000_4-17-13.pdf，p.2。

貳、聯合承攬的造艦計畫

美海軍推動朱瓦特級驅逐艦造艦計畫船體載台由通用動力集團與諾斯洛普格魯曼集團兩大國防工業承包商採合作分工協議模式承攬，BAE系統公司與雷神公司(Raytheon)為戰鬥武器系統的主合約商。美海軍與通用動力集團、諾斯洛普格魯曼集團簽約進行基本與細部設計，將全艦劃分成4大區塊，分別是船體分成前、中、後3部分與甲板船艙(含直升機庫)等，通用動力集團旗下BIW貝斯造船廠負責船體前、後2段設計工作，諾斯洛普格魯曼集團造船部門則擔綱船艙與甲板船艙等2部分設計(如圖四)。在建造方面由BIW貝斯造船廠肩負朱瓦特級驅逐艦大部分建造工作，艦艏PVLS周邊垂直發射系統模組與複合材料打造的甲板船艙、直升機庫則由諾斯洛普格魯曼集團獨立出來的HII杭廷頓英格斯工業公司(Huntington Ingalls Industries)負責製造^{4,5}。

地處美國緬因州貝斯市肯納貝克河(Kennebec River)畔的BIW貝斯造船廠，歷史悠久創廠於1884年，設廠後積極參與承造美海軍艦艇享有盛名，1995年9月BIW船廠被通用動力集團收購成為旗下一員。諾斯洛普格魯曼集團參與朱瓦特級驅逐艦造艦計畫的船廠有Ingalls英格斯船廠與Pascagoula船廠，2011年3月諾斯諾普格魯曼集團將旗下



圖四 DDG-1000船體載台設計中間深色部分由諾斯洛普格魯曼集團負責其餘部分由BIW船廠負責

資料來源：<http://www.jayborthen.com/works/PerformingDetailedDesign.pdf>

DDG51 FLT BA	
CO	1
Executive Dept	10
Navigation	8
Medical	3
Operations	78
Combat Systems	93
Engineering	58
Supply	46
Aviation Det	22
Total	317

DDG1000	
CO	1
XO	1
Operations	33
Combat & Systems Maintenance	69
Support	16
Aviation Det	28
Total	148

圖五 朱瓦特級驅逐艦與神盾驅逐艦人員編制的比較

資料來源：http://www.portengineerprogram.org/Conference_Presentations/2011/DDG1000_Program_Overview.pdf

造船廠獨立出來成立HII公司^{6,7}。

參、DDG-1000朱瓦特級驅逐艦

朱瓦特級驅逐艦原計畫興建32艘，由於造價過高屢遭國會刪減預算，最終僅核撥預算建造3艘，頗有步上海狼級潛艦(SSN-21~23)後塵發展成為技術驗證艦的味道。朱瓦特級驅逐艦巨大向內傾斜的甲板船艙外型彷彿潛艦帆罩(Sailor)，乍看之下恰似一艘主

註4：G.R. Grogran，『Performing Detailed Design Reviews of a U.S. Navy Surface Combatant within an Integrated Data Environment』，<http://www.jayborthen.com/works/PerformingDetailedDesign.pdf>，p.3。

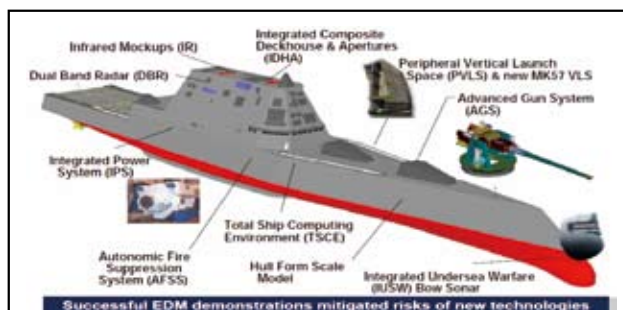
註5：同註3，頁3-6。

註6：維基百科，『Bath Iron Works』，http://en.wikipedia.org/wiki/Bath_Iron_Works。

註7：維基百科，『Huntington Ingalls Industries』，http://en.wikipedia.org/wiki/Huntington_Ingalls_Industries。

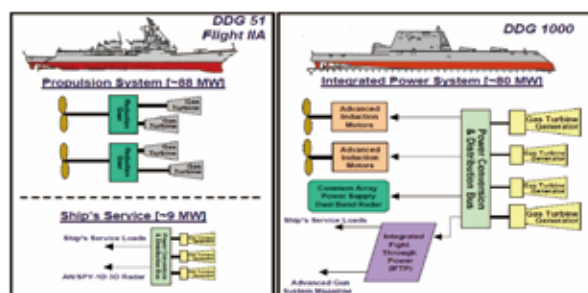
打匿蹤戰力浮航水面的潛艦，其顛覆傳統的外型就像F-117夜鷹式(Nighthawk)匿蹤戰機採用的多面體外形一樣，讓人第一眼見到便留下深刻印象，排水量較DDG-51神盾驅逐艦大60%達14,000噸等級，自動化程度大幅提升使得艦上編制人員數目還不到神盾驅逐艦的一半(如圖五)⁸。

美海軍研發10項先進技術應用至朱瓦特級驅逐艦，藉此在水面作戰艦戰力取得領先，持續穩坐世界霸主地位。採用EDM工程發展模型策略開發系統設計與降低風險，分別是可提供岸上部隊長程火力支援的先進火炮系統(Advanced Gun System, AGS)、能完全自動化反應火災處理以因應艦上人員編制縮減的自主式火災抑制系統(Autonomic Fire Suppression System, AFSS)、能改善嚴峻環境下平面與對空搜索性能的雙波段雷達(Dual Band Radar, DBR)、大幅降低雷達截面積信號的穿浪型內傾式船體(Wave Piercing Tumblehome Hull, WPTH)、減少船艦熱影像信號的紅外線影像縮減(Infrared Mockup)、整合裝置雷達與通訊系統的複合材質甲板船艙(Integrated Composite Deckhouse and Apertures)、整合推進與艦電的整合式動力系統(Integrated Power System, IPS)、開發自動化軟體減輕反潛作戰與避碰水雷工作負荷的整合式水下作戰系統(Integrated Undersea Warfare System, IUWS)、發展位於船艦周邊降低艦上



圖六 朱瓦特級驅逐艦的10項EDM工程發展模型

資料來源：http://events.aviationweek.com/html/ad11/MON_marcley_1415.pdf



圖七 傳統分離式動力系統(左)與IPS整合式動力系統架構圖

資料來源：http://www.nps.edu/Academics/Institutes/Meyer/docs/SI4000/Seminar_topic_02/Pazik_at_NPS.pdf

系統損壞的周邊垂直發射系統(Peripheral Vertical Launch System, PVLS)、建置艦上所有系統可資運用的單一運算環境以加快指揮運作的全艦運算環境(Total Ship Computing Environment, TSCE)(如圖六)^{9,10}。

上述EDM工程發展模型與HM&E船體、機械和電力系統有關的計有IPS整合式動力系統與AFSS自主式火災抑制系統等兩項。朱瓦特級驅逐艦輪機系統設計導入2大創新理念—IPS整合式動力系統與IEP整合式輪機設施

註8：維基百科，『USS Zumwalt (DDG-1000)』，[http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Zumwalt_\(DDG-1000\)](http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Zumwalt_(DDG-1000))。

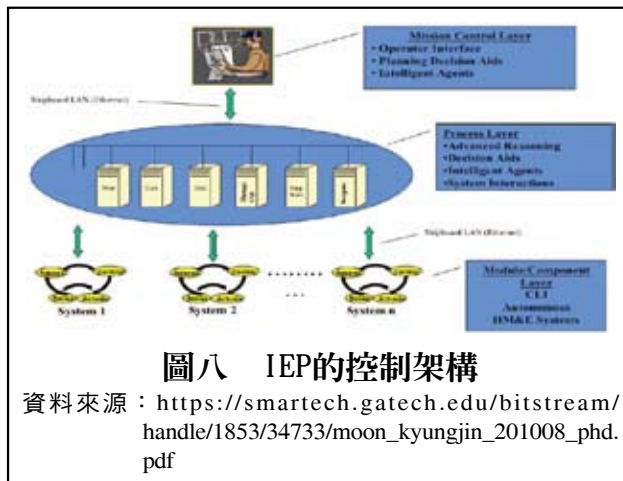
註9：Bill Marcley，『DDG 1000 Ship Class Program Overview』，http://events.aviationweek.com/html/ad11/MON_marcley_1415.pdf，p.4。

註10：Kyungjin Moon，『SELF-RECONFIGURABLE SHIP FLUID-NETWORK MODELING FOR SIMULATION-BASED DESIGN』，https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/34733/moon_kyungjin_201008_phd.pdf，p.5。

。IPS整合式動力系統理念在九〇年代被提出，也就是AES全電力艦艇的概念，在傳統機械推進動力系統艦艇其推進動力與電力是各自獨立產生供應負載並未整合；在IPS架構下導入高功率推進馬達取代機械推進減速齒輪裝置，燃氣渦輪機能以最佳效率運轉輸出動力完全轉換成電力使用，大幅改善以往機械推進低速航行時造成燃氣渦輪機耗油的情形(如圖七)¹¹。

IEP整合式輪機設施則是IPS理念進一步延伸，利用IPS架構在所有艦艇系統大量配用感測器與電動作動器，藉由精心設計的控制系統將艦艇輪機裝備操作從過往以人為本的操作形態提升至自主的自動化操作。IEP意圖實現兩大目標，首先是降低艦艇人員編制，艦艇操作維護費(Operation and Support, O&S cost)中人事成本所佔比重超過50%，美海軍為降低艦艇操作維護費傾全力減少人員編制，應用無線網路與數據融合技術編織綿密的感測器網路，發展出一套各系統狀態與故障的即時監控環境提供遠端監視；另一目標是面對各種損壞狀況下確保艦艇擁有較佳存活率，在朱瓦特級驅逐艦之前的艦艇設計均以人為本，如電力、冷卻、救火總管等發生故障，有賴訓練有素的专业人員處理排除故障恢復功能，快則數分鐘慢則數小時，暴露以人為本的損管設計具高度風險。IEP設計目的為避免一連串災難發生，提升艦艇存活率，提供自動化控制對付諸如燃油管、電力電纜與冷卻系統毀損等致命性危險的快速反應能力，迅速隔離毀損部位重

註11：同註10，頁4-5。



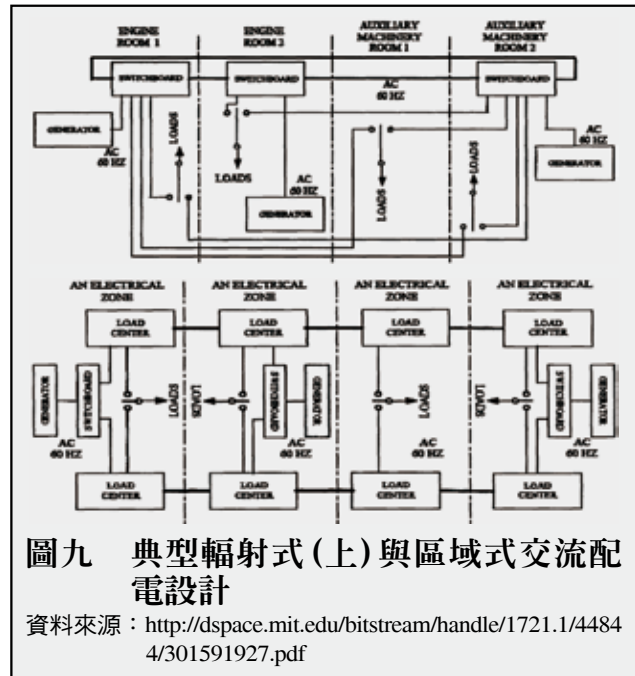
新架構系統恢復運作。IEP設計採階層分散式控制架構(Hierarchical, Distributed Control Rrchitecture)，基本上由元件階層(Component Layer)、處理階層(Process Layer)、任務控制階層(Mission Control Layer)所組成(如圖八)。元件階層指的是元件層次的控制器，在艦艇液壓、機械與電力等系統上的各類型元件嵌入控制器，連接元件作動器、感測器，調整元件狀態完成運作目標，協同低階的邏輯推斷處理步驟，對諸如火災、管路破裂、跳電等危急故障狀況迅速作出反應執行救護；處理階層完成低階元件的控制協調，獲致諸如推進、發電配電、冷卻、損管等系統層次功能的完善運作，藉由與相關元件階層的控制器傳遞交換訊息，每個處理控制器能監示、判斷、重新架構輪機系統恢復運作，具備高階人工智慧判斷能力，產生健全完善決策確保系統機能；任務控制階層藉由與操作者互動完成最高階決策，一旦決定艦艇所處狀況(正常巡弋、戰鬥、損管作戰狀況)，緊接著在處理階層的處

理控制器根據指定的任務形態、作戰方案與可用資源需求完成艦艇資源管理的運用規劃，將訊息轉變成系統的功能要求目標執行，決策過程中經由控制系統提供的資訊與警告容許操作者介入處理¹²。

肆、美海軍艦電系統發展

艦用交流電力系統含括發電與配電兩大部分，發電部分變化不大僅容量大小差異，配電部分則變異較大。綜觀美海軍艦用發電機係採用旋轉磁場的同步交流發電機，可連接蒸汽透平機、柴油機或燃氣渦輪機等任一型式原動機由其驅動發電。轉子磁場線圈以直流電源激磁，發電機轉速低於3,600rpm使用凸極型轉子(Salient Pole Rotor)，轉速高於3,600rpm採用圓柱型轉子(Cylindrical Rotor)，絕大部分艦用發電機輸出450伏特60週交流電供應負載。當今美海軍水面艦主力的DDG-51勃克級神盾驅逐艦除裝設4部LM-2,500燃氣渦輪機專責推進使用外另配有3部艾力森501-K34型燃氣渦輪機，高轉速輸出經減速齒輪降至1,800rpm驅動4極的凸極型轉子交流發電機輸出450伏特60週電力，取用一小部分發電機輸出的交流電經整流成直流電後供電予轉子磁場線圈以自激方式(Self Excitation)激磁發電¹³。

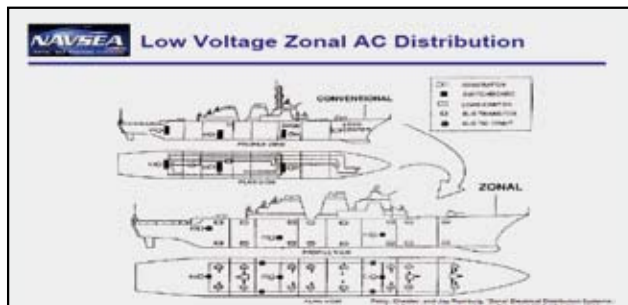
艦用交流配電系統存在輻射式(Radial)與區域式(Zonal)設計，傳統輻射式交流配電由發電機產生的交流電對配電板饋電，再送電至負載中心，藉由負載中心向下擴增對



全艦負載供電，此配置方式需耗用大量電纜且部分電纜設置需貫穿多個隔艙壁使得施工不易系統複雜。為改善上述缺點提升艦艇存活率，孕育出交流區域式配電設計，將艦艇劃分成數個電力隔離區，藉由設置左、右舷縱向匯流排貫穿全艦對電力隔離區供電，藉助每一電力隔離區域內的負載中心對區內的負載配電，Redundancy備用性優於交流輻射式配電設計，大幅減少電纜用量並降低電纜貫穿隔艙壁數量，有效降低造艦成本、重量並提升存活率(如圖九)，美海軍自1998年下水的DDG-79神盾驅逐艦(USS Oscar Austin)起開始採用區域式配電設計。神盾驅逐艦有3種批次構型，分別為DDG-51~71的Flight I構型、DDG-72~78的Flight II構型、DDG-79以後的Flight II A構型，Flight I與

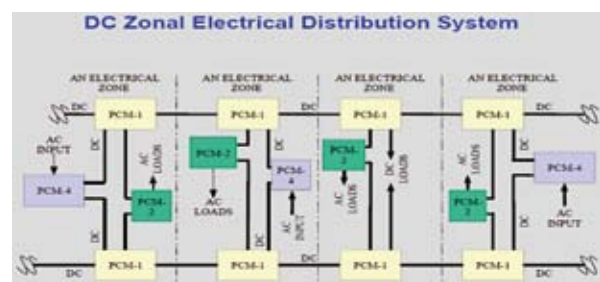
註12：同註10，頁8-11。

註13：Chad N. Tidd，『Hardware model of a Shipboard Zonal Electrical Distribution System (ZEDS)』，<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a540384.pdf>，p.18。



圖十 神盾驅逐艦交流配電系統由輻射式進化至區域式設計

資料來源：<http://doerry.org/norbert/papers/20101014CAPS-DistributionSystems-final.pdf>



圖十一 直流區域式配電IFTP架構圖

資料來源：<http://doerry.org/norbert/papers/20101014CAPS-DistributionSystems-final.pdf>

II 構型的配電系統採用傳統輻射式設計，設有3個負載中心。DDG-79以後改採區域式配電系統設計，DDG-79~90設有15個負載中心，自DDG-91起更設置22個負載中心(如圖十)¹⁴。

由AC ZED交流區域式配電設計衍生出另一設計靈感—DC ZED直流區域式配電設計，又稱作IFTP綜合持續作戰電力設計(如圖十一)。改採直流配電主因為絕大多數戰鬥系統裝備採用直流電運作，戰損時直接提供不斷電電力，而且直流電使用固態電力電子技術可轉換為交流電供應日用負載，提供較

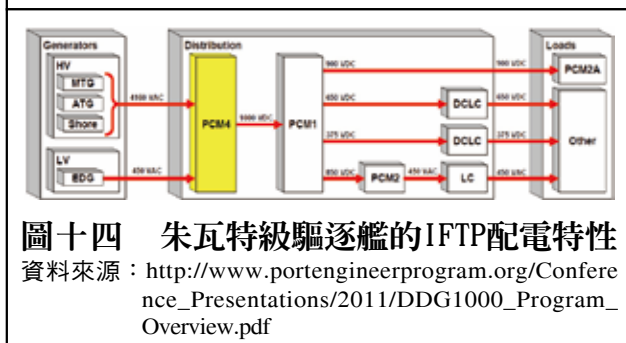
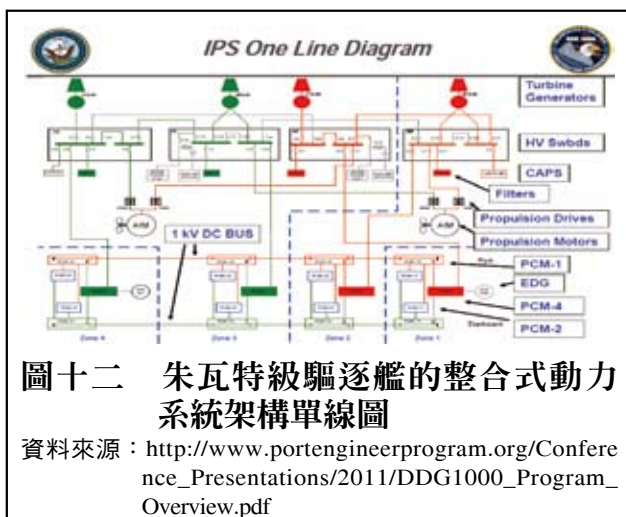
為清潔的供電方式。直流配電設計的IFTP應用突飛猛進的功率半導體技術大幅提升容量與性能，深具發展潛力一舉超越AC ZED交流區域式配電設計，採用COTS商規現貨組件的電力電子模組替代交流配電所需大型的配電盤執行故障保護，具有降低成本的優勢，持續作戰能力來自PCM-1模組連結每一電力隔離區與縱向直流匯流排所提供的區域隔離功能。直接降低全艦高品質交流電力發電與配電的需求，意謂發電機操作頻率限制較少，允許使用較小型、較廉價的整流設備，在電力隔離區內轉換所需電力，傳送至負載的電力品質優於交流配電系統。另外藉PCM-1模組在左、右舷匯流排間切換電力的二極體切換速度高於交流配電系統使用的匯流排切換開關¹⁵。

伍、朱瓦特級驅逐艦的IPS整合式動力系統

由於艦用電腦、電子裝備、高功率武器系統的設置需求未來不斷攀升致使艦電用量日益升高，傳統分離式動力系統艦艇各自獨立產生的推進動力、電力已捉襟見肘無法足敷所需。拜固態電力電子、高功率馬達驅動器、自動控制等技術發展之賜，促成IPS整合式動力系統實現，IPS整合式動力系統中MTG產生電力不僅供應主推進馬達運作使用，可將過剩電力送往電力系統與ATG產生的電力整合發揮系統集結資源優勢增加用電彈性，除供應日用電力外另供電給其他非推進

註14：Benjamin F. Hawbaker，『Analyzing the Effects of Component Reliability on Naval Integrated Power System Quality of Service』，<http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/44844/301591927.pdf>，p.20。

註15：同註14，頁21-23。



系統裝備使用。IPS整合式動力系統對於戰力提升的貢獻有可進行快速的電力構型變換與坐擁大電力容量可因應未來脈衝武器發展；在降低成本效益方面則有降低燃氣渦輪機

設置數量減少建造與維修成本、因應推進負載變化的運作組合改善燃油效率擷節用油支出、高度自動化設計大幅減少艦上人員編制節省人事成本；在降低噪音的努力方面藉由導入推進馬達以電磁作用方式轉換動力取代推進減速齒輪的咬合傳輸動力¹。

在美海軍驅逐艦設計中朱瓦特級匿蹤驅逐艦率先採用IPS整合式動力系統架構，它包含HVPS高壓電力系統與LVPS低壓電力系統。由Converteam公司主導負責的HVPS高壓電力系統，首創導入使用4,160伏特交流電，旗下包含2部MTG主燃氣渦輪發電機組與2部ATG輔助燃氣渦輪發電機組的發電部分、2部AIM先進感應馬達與高功率馬達驅動器的推進部分、4部COTS商用現貨組件的改良型配電板與相關保護設備的配電部分(如圖十二)；LVPS低壓電力系統則包含IFTP綜合持續作戰電力、SSDS日用艦電與EDG緊急發電機組等3部分(如圖十三)。其中最重要的IFTP綜合持續作戰電力由DRS技術公司負責研發，將全艦劃分為4個電力隔離區，由4個PCM-4模組、8個PCM-1模組、8個PCM-2模組、16個負載中心所組成。直流區域式配電的IFTP藉由左右舷2個縱向分離的匯流排在前後4個電力隔離區大量使用固態PCM電力轉換模組進行配電。在IFTP架構下來自發電模組的4,160伏特交流電以PCM-4模組轉換為1,000伏特直流電分別對左右舷縱向直流匯流排供電，送電至每個匯流排的PCM-1模組以SSCM單元再予以降壓至各電壓等級的直流電並隔離來自區域內對匯流排的干擾。來自PCM-1模組的650、375伏特直流電可分別對直流負



圖十五 DDG-1000朱瓦特號驅逐艦的重大施工節點

資料來源：https://www.navalengineers.org/flagship/meetings/Documents/Downey_DDG1000_4-17-13.pdf

載配電，來自PCM-1模組的850伏特直流電送至PCM-2模組，PCM-2模組以SSIM單元將850伏特直流電轉換成450伏特交流電，再藉由負載中心對區域內的交流負載配電（如圖十四）。每一個區域內的PCM-2模組與直流負載中心被設計雙重電源供電，連接左右舷匯流排PCM-1模組。美海軍於費城陸基測試站（Philadelphia Land Based Test Site）設置IPS整合式動力系統測試設施，並於2011年5月11日完成陸上全馬力測試，2012年3月20日完成與ECS輪控系統的組合測試^{1, 16}。

陸、結語

目前朱瓦特級驅逐艦造艦計畫進展順利

，首艘DDG-1000於2009年2月展開建造，截至2013年3月29日止已完成82%（如圖十五），2013年10月28日下水靠泊碼頭進行艤裝工程與後續測試作業，2014年4月12日舉行命名典禮；第二艘DDG-1001於2010年3月開始建造，截至2013年3月29日止業已完成58%，2013年5月23日舉行安龍典禮，2014年11月14日完成重要施工節點成功吊裝複合材甲板船艙，施工進度已達79%；第三艘DDG-1002業於2012年4月4日開工建造施工中。DDG-1000的研發成果已為驅逐艦發展立下一個重要里程碑，直指IPS整合式動力系統架構是未來新一代高性能水面艦、潛艦的制式配備，藉由未來電力電子技術不斷創新持續朝向MVAC中壓交流、HFAC高頻交流、MVDC中壓直流發展。朱瓦特級驅逐艦促成軍艦設計建造攀上另一巔峰，其諸多設計理念值得我們學習，也提醒我們惟有不斷追求進步方能成就卓越¹⁷。

作者簡介：

楊維漢先生，備役海軍少校，中正理工學院76年班造船系，現服務於台灣國際造船公司。

註16：同註1，頁21-22。

註17：同註1，頁2-7。

