

美國海軍新造 朱瓦特級驅逐艦

海軍上校 劉偉峰

朱瓦特級驅逐艦(Zumwalt Class Destroyer, 又稱DD(X))是實驗中的美國海軍驅逐艦,本級原名DD(X)是體型更大的DD-21艦「21st Century Destroyer」專案檢討刪減後的小型化版本,設計用於濱海作戰和對陸攻擊¹,可獨立前沿部署威懾,亦可支援特種作戰部隊,並可整合為聯合遠征部隊之一部²。首艦以1970年代美國海軍作戰部長海軍上將艾爾默·朱瓦特(Elmo Zumwalt)命名,依照美國海軍慣例,本級命名為朱瓦特級。一號艦朱瓦特號(DDG-1000)已於2013年10月28日在緬因州巴斯鋼鐵造船廠下水,2014年4月12日舉行擲瓶命名典禮³(如圖一、附表)。

原本海軍想建32艘朱瓦特級驅逐艦。因為新的實驗性科技成本過高,建造數量縮減

為24艘後,又再縮減至7艘。之後為了騰出預算繼續建造新的勃克級飛彈驅逐艦,最終定案只建造3艘朱瓦特級新艦⁴,分別命名為朱瓦特(USS Zumwalt DDG-1000)、麥克·蒙梭(USS Michael Monsoor DDG-1001)與林登·詹森(USS Lyndon Johnson DDG-1002),但有別於一般以前總統為名的,大都是航空母艦與彈道飛彈潛艦之類等級最高的大型軍艦,編號DDG-1002的詹森號是以前美國總統林登·詹森命名,也是美國海軍第34艘以前總統為名的軍艦。DDG-1002之所以以詹森總統為名,主要是考量他曾於二戰期間擔任美國海軍上校⁵,因此符合驅逐艦以海軍士官兵為名的命名慣例(如圖二)。

在美軍戰艦研發過程中,DDG-1000領先於LCS濱海作戰艦專案和CG(X)巡洋艦專案,

註1：美國海軍新聞稿From Naval Sea Systems Command, Release Date: 10/29/2013 1:41:00 PM, 〈First Zumwalt Class Destroyer Launched〉, http://www.navy.mil/submit/display.asp?story_id=77322. The future USS Zumwalt (DDG 1000) will be the lead ship of the Navy's newest destroyer class, designed for littoral operations and land attack.

註2：美國海軍新聞稿From NAVSEA Office of Corporate Communications, Release Date: 5/23/2013 7:15:00 PM, 〈Future USS Michael Monsoor (DDG 1001) Keel Authenticated〉, http://www.navy.mil/submit/display.asp?story_id=74354. The USS Michael Monsoor (DDG 1001) will be a multi-mission surface combatant tailored for advanced land attack and littoral dominance. The ship's mission is to provide credible, independent forward presence and deterrence and to operate as an integral part of naval, joint or combined maritime forces.

註3：US NAVY 21 〈AMERICAN'S 21st CENTURY NAVY NEW MAJOR COMBATANTS〉, <http://www.jeffhead.com/usn21/ddg1000.htm>. DDG-1000, U.S.S. Zumwalt was launched on October 28, 2013, without fanfare. She was christened April 12, 2014 at Bath Iron works, Maine and is expected to be commissioned in late 2015 to early 2016 into the United States Navy.

註4：US NAVY 21 〈AMERICAN'S 21st CENTURY NAVY NEW MAJOR COMBATANTS〉, <http://www.jeffhead.com/usn21/ddg1000.htm>. Originally, the Navy had hoped to build 32 of these destroyers. That number was later reduced to 24, then to 7, and finally to just 3 vessels.

註5：美國海軍新聞稿From Department of Defense, Release Date: 4/16/2012 4:51:00 PM. 〈Navy Names Zumwalt-class Destroyer USS Lyndon B Johnson〉, http://www.navy.mil/submit/display.asp?story_id=66518. The selection of Lyndon B. Johnson, designated DDG 1002, continues the Navy tradition of naming ships after presidents and honors the nation's 36th president. USS Lyndon B. Johnson is the 34th ship named by the Navy after a U.S. president. "I am pleased to honor President Johnson with the naming of this ship," Mabus said. "His dedication to a life of public service included bravely stepping forward to fight for his country during our entry into World War II."

附表 性能諸元⁶

排水量	14,564噸
全長	183公尺(600英呎)
全寬	24.5公尺(80.7英呎)
吃水	8.4公尺(27.6英呎)
發動機	整合動力系統(Integrated Power System, IPS) 78MW/10.6萬馬力，2個大型35MW主燃氣渦輪發電機，2個小型4MW輔燃氣渦輪發電機
最高速度	30.3節(56公里/小時)
續航力	4,500-6,000浬
乘員	140-148人
武器裝備	20×MK57垂直發射系統，可裝80枚飛彈： 海麻雀飛彈(ESSM) 戰斧巡弋飛彈Block IV型 標準2式飛彈Block III型(SM-2MR) 反潛火箭(ASROC) 2門155mm先進砲，920發砲彈600發於彈藥艙(可自動裝填)320發於彈藥庫，另有70-100發LRLAP先進彈藥 2門MK110 57mm 方陣快砲
搜索系統	AN/SPY-3多功能雷達(AN/SPY-3 Multi-Function Radar MFR, X-頻) 長程廣域搜索雷達(Volume Search Radar VSR, L, S-頻) 聲傳感測套件(Acoustic Sensor Suite) EO/IR系統 海軍水面火力支援武器控制系統(Naval Surface Fire Support Weapon Control System NWCS) AN/SQS-60中頻聲納，AN/SQS-61高頻聲納，AN/SQR-20多功能拖曳式聲納及處理系統
飛行載具	2架SH-60 LAMPS III反潛直升機或1架MH-60R反潛直升機(具置放兩價的空間)，3架MQ-8 Fire Scout無人直升機
小艇	2艘7公尺 RHIBs，2艘11公尺 RHIBs

資料來源：Global Security.org, 〈DDG-1000 Zumwalt / DD(X) Multi-Mission Surface Combatant〉, <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/dd-x-specs.htm>



圖一

資料來源：<http://www.murdoconline.net/archives/13121.html>



圖二

資料來源：<http://www.defensemedianetwork.com/stories/ddg-1000-zumwalt-launched-without-fanfare-at-bath-iron-works/>

註6：Global Security.org, 〈DDG-1000 Zumwalt / DD(X) Multi-Mission Surface Combatant〉, <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/dd-x-specs.htm>

與CVN-21先進航母計畫幾乎同時達到實體生產階段。DDG-1000其實是來自於重編DD-21計畫，因為1990年代開始的DD-21計畫後來被砍掉50%預算⁷。朱瓦特級驅逐艦是一種多用途水面艦，可以使用神盾系統防空，也能用先進火炮(AGS)來岸轟，還有一些反潛能力。國會希望該級艦能頂替以前戰艦的功能，然而這種要求使得DD(X)只能勉強去填滿這種戰艦夢想。所以在可知的未來，神盾計畫一部分的勃克級和提康德羅加級都將持續服役，剛好形成驅逐艦、巡洋艦、航空母艦三階層都是神盾艦的搭配。

身為全球首要頭號強權美國的新世代主力水面艦艇，DDG-1000從艦體設計、動力系統、指管通情、水下整合、偵測雷達、武器系統等，從裡到外無一不是超越當代、全新研發的頂尖科技，再度展現了美國海軍強大的科技實力、財力以及思維上的前瞻遠矚，全球海洋強權的架勢展現無遺。正由於DDG-1000的開發如此地具有前瞻性與挑戰性，所以美國海軍除了採用螺旋式推進的開發策略外，並將DD(X)的各種主要技術難關列為十大關鍵技術⁸，並分別指定承包商針對這十大技術透過工程發展模型(Engineer Development Model, EDM)的方式進行實際的測試。這十大關鍵技術包括：

1. 穿浪斜角式艦體(Wave Piercing Tumble Home Hull)



圖三

資料來源：美聯社／緬因州巴斯20日電<http://blog.udn.com/geshela/9134830>

本艦型船舷向內傾斜，大幅減少艦體雷達反射截面(RCS)，加強隱蔽性和生存力。傳統式的艦艏向前，船體角度由下而上向外傾斜，WPTH則正好完全相反，WPTH船舷由下而上向內傾斜，艦艏擁有類似19世紀末戰鬥艦一般的「衝角」造型（傾角更大），使艦艏「切穿」海浪而不是「破浪」，因此阻力低於傳統式設計，穩定性較佳，而且由於船舷向內傾斜，故雷達匿蹤能力較強，而艦體亦不易因搖晃而產生趨近垂直的雷達反射面；但是海浪較容易打上甲板，惡劣天候下甲板裝備維護能力較差，此外可使用的甲板面積也會減小，在容納相同裝備的前提下，艦體規模勢必大於傳統設計(如圖三)。

2. 艦體周邊垂直發射系統(Peripheral Vertical Launch System, PVLS)

發射系統部分，是由聯合防衛公司與

註7：CRS Report for Congress, 〈Navy DD(X) and CG(X) Programs: Background and Issues for Congress〉 <http://fas.org/sgp/crs/weapons/RS21059.pdf>.

註8：〈Zumwalt-Class Destroyer〉, <http://www.raytheon.com/capabilities/products/zumwalt>, 〈DDG 1000 Zumwalt Class - Multi-mission Destroyer, United States of America〉, <http://www.naval-technology.com/projects/dd21/>. US NAVY 21 〈AMERICAN'S 21st CENTURY NAVY NEW MAJOR COMBATANTS〉, <http://www.jeffhead.com/usn21/ddg1000.htm>.

雷神公司新開發的MK-57先進垂直發射系統（AVLS，亦稱為PVLS周邊垂直發射系統），每個PVLS艙包含和保護一組MK57垂直發射系統。這種設計是從聯合防衛公司先前開發的Cocoon垂直發射系統演變而來的。Cocoon最初是安裝於甲板表層、無須貫穿艦體的輕型VLS，發展成PVLS之後演變成設置於艦體內部的重型VLS，因為有一層薄的外殼和一層厚的內殼，使重量足足增加了60%。不過捨棄了將VLS安裝於中心線上的傳統式配置，改採用PVLS周邊垂直發射系統，分為4組，以長條狀沿著船舷兩側排列，並夾在兩層船殼之間，4組VLS分散可降低遭到一次全部誘爆的風險，萬一任何一組VLS被引爆，爆炸威力也會被引導向較薄的舷外，而不是在艦體內部造成重大傷害，讓船體受損時損失的飛彈發射能力降到最低。此外，將VLS布置在側舷，就不必在主甲板與下方數層甲板中間開洞，可避免減弱艦體結構強度，同時也增加艦內空間運用效率(如圖四)。

3. 整合複合材料船艙與孔徑(Integrated Composite Deckhouse and Apertures, IDHA)

IDHA是採模組化一體成型的結構，使用質輕、堅固、雷達反射低且不會鏽蝕的複合材料製造，整體採由下至上向內收縮造型，以降低雷達反射截面(RCS)，除了整合艦橋、雷達及通信電子裝備天線之外，還容納主機煙囪排煙道，艙部也包含直昇機庫。IDHA的上半部側壁開有許多大小不一的孔徑位置，以安裝艦上所有的電子裝備的天線，包括DBR雙波段雷達系統、數位資料鏈、微波通



圖四

資料來源：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/DD-X-2.htm>



圖五

資料來源：<http://www.reinforcedplastics.com/view/22450/ingalls-shipbuilding-wins-46m-contract-for-navy-destroyer-work/>

信、UHF衛星通信、CEC聯合接戰傳輸系統及電子戰等，且都採用平板式陣列天線安裝於IDHA的表面，消除了傳統高調桅杆及旋轉天線的設計，只有在頂端建構一個六面角錐體，內部容納傳統旋轉式雷達天線(導航/直升機管制雷達)，而這些設計都是美國海軍研究室的先進多頻無線電系統(Advanced Multi-function Radio Frequency System, AMRFS)計畫的成果(如圖五)。

4. 紅外線匿蹤(IR Mockups)

DDG-1000艦身為避免複雜的外型與死角，採用傾斜表面，並將一切零星裝備都予以隱藏，雖然比勃克級大40%，但是雷達反射

面比一條漁船還小，噪音則比洛杉磯級潛艦還低。除了對付雷達之外，本型艦也著重於應付紅外線偵測。斜角式船舷不只減低雷達面，其複合材料還能減重，波浪劃過船側時，會帶動橡皮製的被動式空氣冷卻器來減低全艦熱量，另動力系統的廢氣先以海水以及空氣冷卻，由整合式船艙頂部的排氣口排出，所以只能從上方才能觀測到排煙口，減少了敵方的紅外線水平觀測方位，使艦體更難被紅外線偵測到。此外，本型艦的艦體將使用多種抑制雷達波/紅外線的塗料及材料，大幅降低雷達制，其他降低熱源的裝備還有傳統式的海水噴霧冷卻，利用吸取海水沖刷船身以降低熱源點。靜音設計上，本型艦的動力系統裝置於吸震墊上，將減少因震動所形成之噪音，以降低被潛艦聲納偵獲的機率（如圖六）。

5. 整合式動力系統(Integrated Power System, IPS)

在IPS系統中，主機的動力全部先透過發電機產生電力，再透過配電設施來供應艦上各系統；而在IPS架構下的推進系統就是電動馬達，算是系統之中的吃電負載，不再由主機透過傳動齒輪來直接帶動。由於電力管理分配技術的大幅進步，在整合動力系統之下，主發電機所產生的交流電力可直接透過管理系統變壓而任意分配給不同的負載，而不像過去的單獨供應或轉換成直流的方式。為了精確調控全艦所有的電力，滿足艦上各式性質不同、電壓各異的負載，則需要一套精密複雜、由電腦控制的功率管理系統(Power Management System, PMS)，其主要



圖六

資料來源：<http://www.lazyboytech.com/2012/11/ddg-1000-destroyer-uss-zumwalt.html#U-SEzOOSy-ww>



圖七

資料來源：<http://www.jeffhead.com/usn21/ddg1000.htm> (圖左)，http://aviationweek.typepad.com/ares/sink_or_swim/page/2/ (圖右)

的控制功能包括對各項裝備進行監視、控制與保護，例如控制馬達的啟動、調速與反轉、監測各裝備的運轉數據(包括電壓、電流、頻率、溫度、壓力等)、防止電機與馬達過載(如圖七)；而PMS則根據船艦各系統不同的運轉情況與負載需求，在電腦的運算下進行電力分配，一旦部分供電系統發生故障，PMS可自動採取應變措施，盡快恢復船艦供電。整合式動力系統除可大幅簡化整體輪機的結構，它以電纜傳遞能量，取代了傳統系統複雜龐大的齒輪、軸系、液壓管路等等，可節省許多體積重量，多出的空間便可用於增加燃油、武器籌載量或人員居住空間；而電纜貫穿艙間的設計也遠比機械與液壓管路簡單，可簡化船舶的設計與建造工作。此外，主機的安置也比以往更自由且更緊緻，

不一定要如同以往設於艦底。

6. 雙波段雷達 (Dual Band Radar, DBR)

主要的雙波段雷達系統為兩個部分，第一是由雷神公司開發的多功能雷達 (Multi Function Radar, MFR)，其次則是由洛克馬丁公司研發的長程廣域搜索雷達 (Volume Search Radar, VSR)，兩者相輔相成，滿足艦上需要的所有雷達機能，包括對空、平面搜索、早期預警、防空及對海對地作戰所需之追蹤、標定與射控。由於DBR雷達系統原本就是DD-21計畫底下的一環，因此在2001年DD-21暫時遭到擱置時，DBR的研發也一度受到影響，直到後來DD(X)計畫步入軌道時才逐漸恢復。不同於SPY-1，MFR與VSR卻大膽採用三面天線的構型，理論上三面天線就能涵蓋360度角，但為了確保目標通過兩面天線波束交界時仍能有效持續追蹤，一般相位陣列雷達多半將單面天線的掃描方位角限制在90度內，並以四面天線完成360度的涵蓋。然而，MFR與VSR單面天線的波束涵蓋範圍幾乎達到掃描的極限，這似乎意味美國廠商在信號控制與處理技術上又獲得了突破性的進步，所以可以讓掃描方位角提升到天線實體能力的理論上限；而減少一面天線就意味著減少25%的體積重量，系統成本亦可降低。但是最新的美國國會研究處 (Congress-



圖八

資料來源：<http://www.sinodefenceforum.com/world-armed-forces/us-navy-ddg-1000-zumwalt-class-5546.html>

sional Research Service)提出的研究報告指出美國政府擔心本系統使用了太多實驗性科技⁹(如圖八)。

7. 整合水下作戰系統 (Integrated Under Sea Warfare, IUSW)

整合的系統包括AN/SQR-60、61整合式雙頻(中頻/高頻)主被動艦艏聲納(AN/SQS-60中頻聲納主要用於偵測潛艦及魚雷迴避；而AN/SQS-61高頻聲納其精確度極高，主要用於迴避水雷)、AN/SQR-20多功能拖曳陣列聲納系統(MFTA)、主/被動模式的輕量化寬頻可變深度聲納(LBVDS)¹⁰、直升機載吊放聲納、投射式探溫儀、拖曳魚雷反制系統(判為類似AN/SLQ-25 Nixie系統，可對敵方魚雷聲納進行雜訊干擾或製造假目標信號)、相關的數據傳感裝置以及軟硬體等，所有聲納系統構成一套雙基(Biostatic)接收機

註9：〈Navy DDG-51 and DDG-1000 Destroyer Programs: Background and Issues for Congress〉, June 4, 2014, Ronald O'Rourke Specialist in Naval Affairs, <http://fas.org/sgp/crs/weapons/RL32109.pdf>.

註10：〈美國海軍聲納系統〉, By Captain Picard, 配合1990年代開始發展的DD-21 (DD(X)) 陸攻驅逐艦，美國海軍也開發繼SQR-19之後的新一代拖曳陣列聲納系統，包括AN/SQR-20整合多功能拖曳陣列聲納系統(MFTA)，以及擁有主/被動模式的輕量化寬頻可變深度聲納(LBVDS)。SQR-20使用直徑為三吋的聽音陣列，聽音覆蓋能力優於SQR-19。LBVDS由洛馬集團海事系統分部負責開發，從SC-21/DD-21計畫時代就是水下偵測系統的開發重點，其專為偵測低速航行的靜音潛艦而設計，處理的聲音頻寬涵蓋中頻與高頻(1~7kHz)，信號產生與處理範圍則涵蓋1~6kHz，並採用高能量密度換能器(Transducer材質)，在面對淺水域不同溫層的低都卜勒效應目標時，主動偵測模式與識別的效率可改善20~30%。<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-Sonar.htm>

，並採用未來AN/SQQ-90水下戰鬥系統¹¹，整合在一個電子模組外殼(EME)之中，在交付造船廠之前就能完成整合與測試工作，不僅節省許多安裝與測試時間，還可減低整套設備的體積與重量，同時也獲得最佳的電力供應和冷卻效率。由於自動化與整合程度高，AN/SQQ-90所需的操作人力只有神盾艦使用的AN/SQQ-89的1/3。除了DDG-1000之外，LBVDS/MFTA也是LCS濱海作戰艦的反潛偵測套件(如圖九)。

8. 先進艦砲系統(Advanced Gun System, AGS)

AGS是一款155厘米62倍火砲，艦上將配備兩門，彈藥是一種稱為「長程陸攻彈頭」(Long Range Land Attack Projectile)的砲彈，實際上是一種由先進火砲發射的火箭。砲彈裝有11公斤的炸藥，設計的圓周誤差率在50公尺內。目前射程可達59浬，預計射程將達100浬。火砲砲管為水冷式冷卻設計以減緩過熱速度，彈艙的進彈將採取自動化操作，每座彈艙內可搭載750發砲彈。AGS憑藉1分鐘10發的射速，使得本級艦上的兩門艦砲投射火力理論上可與12門同口徑的M-198榴彈砲相當。AGS使用具備高度匿蹤設計的多角型砲塔，整座砲塔空重87.5噸，比現役MK-45 Mod4艦砲多出近4倍。AGS的砲塔構型經過多次修改，原本砲管採用裸露在外的設計，並於砲管外部加裝匿蹤外罩；後來



圖九

資料來源：<http://www.jeffhead.com/usn21/ddg1000.htm>



圖十

資料來源：<http://www.wired.com/2008/09/will-ddg-1000-p/>

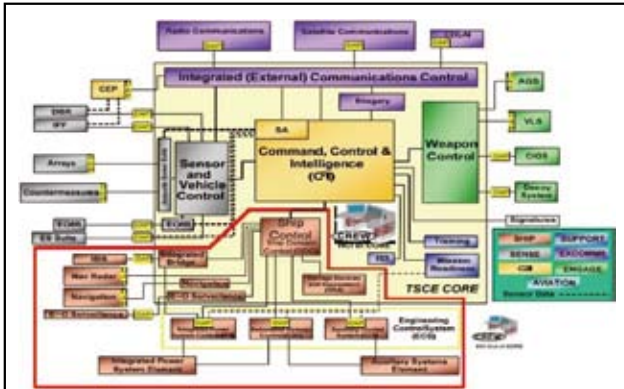
考慮到匿蹤外罩會增加不少重量，對砲管的舉升與維護造成不少困擾，遂改成可折收式，平時砲管折收於砲塔前方的整流罩內，此種設計類似瑞典偉士比級的MK-3 SAK匿蹤快砲。惟2020年將可能以電磁軌道砲(ONR Electromagnetic Rail gun)取代¹²(如圖十)。

9. 全艦共通運算環境(Total Ship Computing Environment, TSCE)

艦上幾乎所有子系統(包括偵測、射控、指管通情、電子戰、導航、武器、電機動力、管理控制、損害管制等等)都整合到同一個艦內電腦網路，形成全艦共通運算環境(Total Ship Computing Environment, TSCE)。

註11：Naval-Technology.com, 〈US Navy receives first dual-frequency sonar from Raytheon〉, Integrated with DDG 1000's open architecture combat system and multi-sensor capabilities, AN/SQQ-90 will provide superior operational performance in both the littorals and deep waters against a multitude of targets, including mines and quiet diesel submarines. <http://www.naval-technology.com/news/newsus-navy-receives-first-dual-frequency-sonar-from-raytheon>

註12：US NAVY 21 〈AMERICAN'S 21st CENTURY NAVY NEW MAJOR COMBATANTS〉, <http://www.jeffhead.com/usn21/railgun.htm>



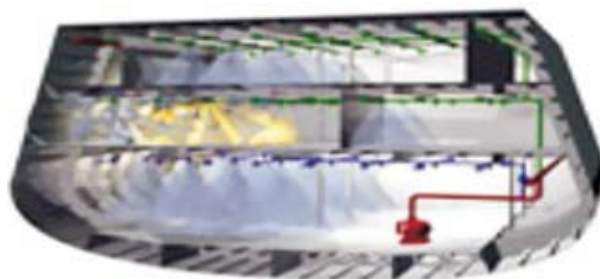
圖十一

資料來源：<http://www.sinodefenceforum.com/world-armed-forces/us-navy-ddg-1000-zumwalt-class-9-5546.html>



圖十二

資料來源：<http://www.militaryphotos.net/forums/showthread.php?204712-Bath-Iron-Works-Lays-Keel-of-First-DDG-1000-Zumwalt/page22>



圖十三

資料來源：<http://www.jeffhead.com/usn21/ddg1000.htm>

TSCE-I)，主承包商為雷神公司，而這也是美國海軍獨步全球的新首創。在這個共通運算環境中，艦內如果有任何環節失去作用，其原本擔負的功能將視當時系統資源狀況而被其他系統接手，故理論上全艦各項機能可在全艦運算網路的任何一個節點上監看與執行，所有節點都能執行任何功能並且完全替換其他節點的功能，使得DDG-1000的系統不會因為一個局部的損壞而導致全面的癱瘓，不像現行艦艇各類系統往往各自獨立或者僅有一部分相互替換功能的能力，運算能量無法相互備援(如圖十一)。

DDG-1000的全艦共通運算環境(TSCE-I)架構圖，所有的指揮管制、通信、導航、偵測、武器控制、船艦機電運轉、損管、支援等功能都納入這個運算網路內(如圖十二)。

10. 自動火災抑制系統(Automatic Fire Suppression System, AFSS)

一個先進的自動化損害管制系統結合全艦各處的電視攝影機、煙霧偵測器與各型自動滅火系統，在艦上自動化提升、可用損管人力減少的同時，仍維持高水準的存活力，無論在承平或戰時都具有較佳的效益與效能。透過TSCE艦內網路環境連結在一起，在火災發生後立刻偵知並自動啟動滅火系統將之撲滅，把損害降至最低(如圖十三)。

作者簡介：

劉偉峰上校，海軍官校78年班，國防大學海軍學部93年班，美戰院函授班，現服務於海軍司令部。