

海軍類型作戰導入 C4ISR 系統之研析

海軍少校 鄭永洸

提 要：

一、本研究的主要目的是在探討將指揮、管制、通信、資訊、情報、監視，偵察 (C4ISR) 系統加入國防體系後，藉分析相關文獻與系統，以海軍各類型的艦艇，來規劃可行的戰術數據鏈路，並提出海軍應發展的戰術。

二、如此除可解決海軍目前通信指管所遭遇的問題，也能因應未來海上多方衝擊的飽和作戰形態。同時，對海軍在建立 C4ISR 系統後，如何結合新科技元素與既有戰術，並兼顧聯合作戰的概念，提出拋磚引玉的建議。

關鍵詞：C4ISR、指揮與管制、戰術數據鏈路、網狀化作戰

壹、前言

一、研究問題與背景

國軍近年來積極從事現代化的指揮、管制、通信、資訊、情報、監視，偵察 (Command Control, Communication, Computing, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, C4ISR) 系統之建設，投注相當大的人力與物力，舉凡領導國防部各處室分工團隊的專案管理部門，到各軍種的規劃與建設，幾乎動員了各方面學有專精的人才。然而在引入新科技的同時，各軍種已無法再堅持本位主義所劃下的藩籬，而進行不同以往的協調作業。面對新的資訊、網路、通信科技所帶來的陌生領域，必須從教育訓練、專案管理、整體後勤、訊息格式、作戰概念、作戰規定、準則程序等各面向來審視，方能積極跟上先進國家的腳步，以面對當前的軍事威脅與國防管理。

有效利用通信工具對於現代化海軍指揮與管制作業極為重要，任何層級之指揮官如欲對其部屬遂行適切之指揮管制，即需隨時保持良好的通信。依據筆者在海軍工作的實務經驗，整理出與海軍有關的指管通信問題(如表一)，這些問題均是艦隊指揮官在執行部隊指揮與管制時必須克服的議題。

本研究參考目前的 C4ISR 科技，檢視國軍現階段建置 C4ISR 系統對於海上防衛作戰的未來發展與應用，有系統的提出建議與規劃；不僅是在海軍作戰方面，同時也兼顧聯合作戰之需求，以有效運用 C4ISR 系統適切指揮與管制作戰部隊，確保我國海疆與航運之安全。

二、研究目的

本研究的主要目的是在探討 C4ISR 系統加入國防體系後，海軍應革新的戰略與戰術，以因應未來海上多方衝擊的飽和作戰形態。隨著科技的進步，先進國家的海軍均已調整建軍策略，逐步朝向量小、質精、運動快速、匿蹤行動、以網路為中心 (Network-centric) 的作戰(亦稱網路中心戰、網狀化作戰)等概念。而打造新世代

的三度空間(水面、水下、空中)海軍武力，捨棄過去大型艦艇的設計，更注重的是國土防衛的濱海作戰概念；所以在設計新一代海軍武力的同時，如何融入神經化的指揮網路以統合武器平台，便是當前重要的課題。

自從 1991 年 3 月 3 日結束第一次波灣戰爭後，中共解放軍體認到科技所帶來的軍事事務革新，因此提出「打贏高技術條件下的局部戰爭」之總體戰略目標；到了 2003 年美伊戰爭發生後，更驚覺資訊化的指揮架構乃是掌握戰場節奏的要素，其學界與軍界更興起「打贏信息化局部戰爭」的討論熱潮。因此，中共近年來隨著總體經濟的攀升，國防支出亦相對地增加，積極地擴張其武力的投射範圍。爲了達到其遠洋戰略的目標，近年也積極地發展資訊化的指管系統，以有效指揮、統合其部隊。故吾人在面對中共不斷擴張軍備與科技的同時，也需審視自我的軟體建設(如準則程序、戰術革新等)是否跟上國防科技，此亦是本研究的目的。

三、研究範圍與限制

由於 C4ISR 架構及海軍作戰類型甚廣，本研究著重在討論與 C4ISR 系統相關的戰術，而不討論以下的領域：

- (一)不論述全面性的聯合作戰架構，但支援單兵種作戰的友軍兵力不在此限。
- (二) C4ISR 是一種概念性的系統，其橫跨諸多領域之技術，本研究在規劃海軍發展 C4ISR 系統後所應具備的作戰概念(Concept of Operations, CONOPS)，不對其軟體、硬體、資訊流等技術做深入研究。
- (三)建置 C4ISR 系統所需的專案管理知識及衍生出的周邊議題(如預算規劃、教育訓練等)，均不在研究範圍。
- (四)不討論電子戰手段：電子支援(Electronic Support, ES)、電子攻擊(Electronic Attack, EA)、電子防護(Electronic Protection, EP)。
- (五)本研究以美軍發展的戰術數據鏈路做爲研究背景，不討論中共及其他國家發展的現況。
- (六)C4ISR 系統艦與非 C4ISR 系統艦如何並行運用，不在本研究範疇。
- (七)本論文在維護軍事安全的目的下，文中所討論的海軍戰術及行政組織皆屬於假設範圍，非真實情況。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究對象是海軍各類型的艦艇，規劃可行的戰術數據鏈路，並以既有的戰術爲背景，規劃出一系列可能的戰術運用，進而調整海軍未來的戰略。

二、研究工具

本研究係針對海軍建置 C4ISR 系統後所應改變的戰術需求，提出以美軍戰術數據鏈路的科技及應用爲基礎的解決方案，採用診處性之研究方法，從中發覺理想與現實之差距，再經由文獻探討分析及規劃來縮小差距，提出改善之方法、步驟或程序。

三、實施程序

本研究實施程序如圖一所示，並分述如下：

(一)確定研究目的

針對海軍尚未發展的 C4ISR 系統之作戰概念，提出一個戰術數據鏈路基礎的 C4ISR 系統，來規劃海軍遂行海上防衛作戰時所應具備的新戰術，使海軍在資訊交換的領域能邁入新的里程碑，藉此提升「以網路為中心的作戰」能力。

(二)文獻探討

廣泛分析海上作戰的演變、當前的軍事威脅，以及美軍在發展「以網路為中心戰爭」(Network Centric Warfare, NCW)之文獻，依據其海軍在提升「以網路為中心作戰」能力轉型策略，來強調我國海軍在面對新形態戰爭中所需具備的資訊與戰術能力，尤其在整合各項武器平台的能力上，唯有透過網路建設，才能達到資訊快速交流的目的，以應付現代戰爭之所需。

(三)系統環境分析

參考美軍使用戰術數據鏈路的架構、其他軍種的 C4ISR 相關設備，以及艦艇的硬體環境，來設計海軍可行的方案與戰術，以結合國軍 C4ISR 系統。

(四)系統設計與戰術運用

以海軍艦艇的功性能做分類，而設計可行的 C4ISR 系統，並從不同級別的艦艇發展有別於傳統的戰術。

參、研究結果

本段內容從海上作戰指揮通信演變的形態，探討「以網路為中心的戰爭」中海軍武力之特性，再分析我國當前的軍事威脅與 C4ISR 系統在我國防政策中的角色後，將我國海軍艦艇依功性能分類規劃出可行的 C4ISR 系統，進而發展以網路為中心的作戰概念。

一、海上作戰指揮通信的演變

十八世紀時，英國海軍名將納爾遜(Horatio Lord Nelson, 1758-1805)在特拉法加海戰中獨創運用一些不同顏色和圖案的信號旗來聯繫艦隊，組織編隊隊形與戰術，結果成了戰勝法國艦隊的重要因素。到了

1904 年日俄戰爭爆發，俄國沙皇尼古拉二世(Nicholas II of Russia, 1894-1917)於 1904 年 9 月 26 日派遣波羅的海艦隊遠赴旅順欲解救遭日軍圍困的太平洋艦隊，而爆發對馬海峽海戰。日海軍偵察船「信濃丸」透過黑夜和海霧，首先發現了緩緩北上的俄國「奧勒爾」醫療艦的燈光，便立即向聯合艦隊司令部發出密碼電報「發現敵艦隊」。接到「信濃丸」的報告後，日本海軍聯合艦隊司令東鄉平八郎中將(1847-1934)所駐旗艦「三笠」號即升起 Zulu 旗，下令日本聯合艦隊出擊，透過旗號、燈號、無線電〔註一〕實施戰術運動，佔領上風處及 T 字部位而擊垮俄國艦隊。

第二次世界大戰時，無線電及雷達技術開始蓬勃發展；二戰中美日爆發的太平洋海戰中廣泛地使用雷達偵測敵機，並監聽對方的無線電通信積極破譯對方的密語及密碼。蘇聯於 1957 年 10 月 4 日成功發射人類史上第一顆人造衛星史潑尼克號，從此通信更是突破地形的障礙而無遠弗屆。到了 1990 年發生波灣戰爭迄今，資訊科技加入了通信領域，而產生數位化的通信技術，發展出戰術數據鏈路(Tactical

Data Link，TDL)技術，逐漸形成 C4ISR 系統的概念。美軍為現代使用戰術數據鏈路最早也是最具經驗的國家，其運用數據鏈路所形成的資訊優勢(Information Superiority)與狀況警覺(Situation Awareness，SA)更是贏得美伊戰爭的重要關鍵。圖二為歷年來海軍遂行指管時所使用的通信科技之演變。

二、「以網路為中心作戰」中海軍武力之特性

「以網路為中心作戰」之概念源自於「以網路為中心的計算」(Network-Centric Computing)。從「以平台為中心的計算」(Platform-Centric Computing)到「以網路為中心的計算」歷經許多資訊技術的重大突破，包括超文字標記語言(Hyper Text markup Language，HTTP)、網路瀏覽器、TCP/IP 協定及 JAVA 運算技術，這些技術的出現使得不同的作業系統可以彼此互動。「以網路為中心的計算」最早出現在競爭激烈的商場上，而後這種觀念逐漸被應用於瞬息萬變的戰場，所以「以網路為中心作戰」這種新興的概念便開始在需要資訊優勢的戰場上，掀起一場軍事思想重大改革〔註二〕。「以網路為中心作戰」與過去基於「以作戰平台為中心作戰」(Platform Centric Warfare)之概念不同處在於：「以作戰平台為中心作戰」是以各單位為中心，所以其資訊架構受硬體系統架構(加入單位)的影響，如單位愈多則系統架構愈大，使縱向的指揮與橫向的聯繫愈形複雜而管理不易；相反的「以網路為中心」則利用資訊整合的概念，先將資訊的格式統一，如此則不論加入的硬體單位數目多寡，只要介面整合成功，均可達到系統整合之目的〔註三〕，兩者之間的架構如圖三、四所示。

以美軍提出「以網路為中心」的基本架構為例，其中整合三個基本單元：資訊方格(Information Grids)、偵蒐器方格(Sensor Grids)、戰鬥方格(Engagement Grids)，如圖五所示。此圖強調在偵蒐器方格、指揮與管制方格以及投射武器方格間的「以網路為中心」的資訊交換流程，現將這些作戰架構分述如下：

(一)資訊方格

是「以網路為中心作戰」觀念之基石，為聯合作戰提供了接收、處理、傳送、儲存及保護資訊的功能。資訊方格包含資訊確保(Information Assurance)的能力以防止入侵攻擊，同時確保指揮者命令的有效性，如圖六說明各個偵蒐器及武器載台間，互相交換戰鬥及情報資訊以構築資訊方格。

(二)偵蒐器方格

由所有位在太空、網路及戰場三度空間具偵蒐能力的載台資源所組成。偵蒐器的定義係指一些專用的、裝設於武器平台上的、士兵個人攜帶的，以及設置在後勤平台上的偵蒐裝備，這些偵蒐裝備可以為聯合作戰提供高度的戰場察覺及透悉能力。

(三)戰鬥方格

在圖七中，偵蒐器方格提供必須的資訊交給戰鬥方格中的單位，使戰鬥單位能在精確的時空中執行迅捷的命令以獲得壓倒性的勝利。

以網路為中心的作戰點出了下列的特性：

(一)要快速而有效的獲取、處理訊息。

(二)在所有階層內的決策者都能交換任務所需的資訊。

(三)讓決策者能使用業已經證實、整理的知識庫。

(四)資訊的最新程度能滿足不同階層之指揮官的即時需求。

這些特性使海軍武力可以在獲得戰場最即時、精確的資訊下來執行協同計畫，且讓聯合行動在武力分散的情形下能快速執行〔註四〕。所以有效能的武力投射不必再像從前的作戰形態需要集中才能發揮；「以網路為中心作戰」延伸了戰場的空間，卻能集中火力於要點，同時又能讓部隊靈活運動。

從科技的進步觀點來看，新時代的海軍武力必須符合「以網路為中心作戰」之觀念，使艦艇指揮管制系統能成為 C4ISR 的一環，才能徹底發揮每個單位軟、硬體的能力，就軍事觀點而言，即是將海軍整體戰力全數呈現。

三、當前軍事威脅與國防政策

近二十年來，中共持續成長的經濟帶動其軍事建設，當其軍事力量過度擴張時，對周邊國家所造成的軍事威脅也愈大，我國必須嚴肅正視此課題。中共以其不斷成長的經濟而持續增加國防預算，使其軍隊逐漸邁向現代化國防之林，例如中共海軍旅海級及旅滬級導彈驅逐艦，近年陸續參加友邦的海軍慶典或實施敦睦遠航，以展現其遠洋作戰的能力，且向俄羅斯採購 SU-27、SU-30、SU-35 等戰機，以及自製新一代戰機殲十，其作戰半徑(如表二)均可含括台灣防空識別區；另外如二砲部隊的部署、潛艦研發及籌建新式航空母艦等，都顯現其欲稱霸東亞軍事強權的企圖心。相對的，我國在區域軍事安全事務的參與卻明顯不足，使我國的區域安全角色面臨嚴峻考驗。

我國淡水河口距離大陸沿岸約 70 浬，蘭嶼距離大陸沿岸約 235 浬，均位於中共新一代武力的作戰範圍，隨著中共武器的精進，我防禦縱深愈趨短淺。我國四年期國防總檢討中指出〔註五〕，依據「守勢戰略」指導與「防衛固守，有效嚇阻」之軍事戰略構想，要達成「戰略持久、戰術速決」目標，瓦解敵速戰速決企圖，爭取戰略轉圜契機，必須在提升聯合作戰效能的基礎上整建九項作戰能力，其中首項便是「聯合指管通資情監偵」，亦即為 C4ISR 系統。另外在此檢討中共計八次提及 C4ISR 系統。

由此可知，我國的國防政策已經將重點落實在 C4ISR 系統的建設上，以早期預警敵方動態、統一目標識別，以及有效指揮與管制部隊行動，實施有效的攻擊行動，才能在不安定的亞太情勢中，謀取區域軍事穩定的制衡力量。

四、C4ISR 架構之規劃

依據本研究結果第二段得知，必須藉由資訊方格來整合偵蒐器方格與戰鬥方格的載台，而資訊方格的架構則是由通信、資訊、網路等設備所組成。美軍為目前 C4ISR 系統發展最具經驗的國家，其資訊方格由衛星網路(Satellite Network)、廣域網際網路及戰術數據鏈路(TDL)所組成，以支援其跨國軍事行動所需的指揮與管制，本研究則將重點置戰術數據鏈路，以符我海軍現況需求。

美海軍的戰術數據鏈路計有 Link 4(Link 4A 及 4C)、Link 11(另有 Link 11B)、Link 16 及 Link 22 等。Link 4A 為艦對機的半雙工數據鏈路，Link 4C 為 F-14 系列戰

鬥機的數據交鏈系統，Link 11B 為修改 Link 11 的陸用版本，主要用戶為陸軍、空軍及陸戰隊的戰術空中管制中心(Tactical Air Operation Center, TAOC)及防空指揮管制系統，Link 22 則混合 Link 11 及 Link 16 的特性而為北約國家及美軍所用〔註六〕。本研究採自由國家廣泛使用的 Link 11 及 Link 16 來做為規劃架構。

Link 11 使用的訊息格式稱為 M 訊息，主要配備在具有戰鬥系統的艦艇，屬於具備保密能力的半雙工數據鏈路，可使用 UHF 或 HF 通信設備來傳遞空中/水面/水下/電戰等訊息，使用 UHF 時的艦對艦距離約 25 浬、艦對空約 150 浬，使用 HF 平均則為 300 浬，因天候、太陽黑子、電離層高度而有顯著差異，其裝備組成如圖八所示〔註七〕。

1970 年代，美軍為因應未來作戰需求，制定新一代的通信標準 MIL-STD-6016，而研製聯合戰術資訊傳播系統(Joint Tactical Information Distribution System, JTIDS)，並於後期產製裝備相容性較佳的多工資訊傳播系統(Multi-functional Information Distribution System, MIDS)。JTIDS/MIDS 可支援三種訊息標準：Link 16、過渡性 JTIDS 訊息規格(Interim JTIDS Message Specification, IJMS)及可變訊息格式(Variable Message Format, VMF)。IJMS 為北約所用，VMF 則是 Link 16 家族的另一種標準，可產生可變長度的訊息，以在受限制的頻寬之戰場環境中使用，而本研究則聚焦於 Link 16 的規劃。

Link 16 可將 JTIDS/MIDS 的性能發揮至最佳化，並可支援多個戰鬥單位的資訊交換需求(Information Exchange Requirement, IER)，以執行監偵、電戰資料、任務管理、武器指派及控制資料之交換，其以 J 訊息做為訊息標準，可滿足指管(C2)功能及空管功能領域的需求，且在美國及北約更進一步使用在戰區飛彈防禦(Theatre Missile Defense)上。

Link 16 使用的 JTIDS/MIDS 為分時多工(Time Division Multiple Access, TDMA)架構，具備高傳輸量、無節點、抗干擾、全雙工、跳頻及展頻等特性，同時可使用兩路加密語音，並有相對導航(Relative Navigation)及精確參加單位位置及識別(Precise Participant Location and Identification, PPLI)等功能，可裝置於 C2 載台及非 C2 載台上。

圖九所示為 Link 16 的架構〔註八〕，各參加單位的訊息經由戰術主電腦由終端機以 J 訊息格式發射後，加入至 Link 16 的網路。此網路為堆疊網路(Stacked Net)或多重網路(Multiple Nets)，其編號為 0 到 127 共 128 個。此網路 12 秒循環一次，各參加單位以擔任網路時間參考(Net Time Reference)的單位之時間做為基準來加入網路。

欲探討戰術數據鏈路是否適合我國海軍水面艦艇前，首先依據各型艦艇功性能做如表三之分類〔註九〕：

JTIDS 終端機有兩種型式：Class 1 及 Class 2H，Class 2H 可增加高功率放大器組(High Power Amplifier Group, HPAG)，用於美軍艦艇及 E-2C 預警機上。MIDS 為 Link 16 的新式通信裝備，與 JTIDS 相較之下有多種功能變型，其功能含括 JTIDS Class 2H 的所有功能，且更適合裝配於戰鬥機上。因此美國於 2008 年在日本舉辦

的戰術數據鏈路研討年會上表示，由於 JTIDS 出現年代較早，使用的載台日益減少，其性能已可由 MIDS 完全取代，在成本效益考量下可能逐漸停產，故本研究以 MIDS 做為規劃。MIDS 計有下列類型〔註十〕：

(一)Low Volume Terminal Type 1(LVT-1)

使用於美國海軍、陸戰隊、空軍及部分歐洲國家的戰機上，如 EA-6B 電戰機、P-3 反潛機、B-2 轟炸機等。

(二)Low Volume Terminal Type 2(LVT-2)

使用於美國陸軍愛國者飛彈指揮陣地及指管車、前進區域防空指管中心(Forward Area Air Defense Command and Control Units, FAADC2)、美空軍空中作戰中心(Air Operations Centers, AOCs)及聯合介面管制官(Joint Interface Control Officer, JICO)支援設備等。

(三)Low Volume Terminal Type 3(LVT-3)

做為戰鬥機之數據鏈路，已配備於 F-15 及打擊機等。

(四)MIDS on Ship(MOS)

與 JTIDS Class 2H 的功能相同，為美海軍艦艇現用之終端機，可提供 PPLI，執行相對導航，與網路同步，並提供加密語音波道，當需要時可執行中繼功能。

(五)其他

LVT-4，無戰術空中導航系統(Tactical Air Navigation, TACAN)

LVT-6，無語音；LVT-7，無語音、無 TACAN；LVT-11，具備語音，使用於多種地面戰鬥系統。

依據上述 MIDS 的型式分析，我們可將表三所整理的海軍艦艇依任務類型、需求設計不同的戰術數據鏈路，以及所需的終端機，如表四所示：

表四中，概區分為裝配 MOS 與 MIDS LVT-11 兩種，計有三種作戰艦可配備 DTS 及 MOS 並規劃兩種數據鏈路(DTS 即為 Link11 使用的數據終端組)，十種艦艇適合裝配 MIDS LVT-11 並使用 Link-16，其理由如后：

(一)配備 MOS 之艦艇

基隆級、成功級及康定級艦均具備戰鬥系統，符合 Link 11 及 Link 16 的組成架構，並具備足夠的艙間可加裝，於安裝數據鏈路時僅需構改戰鬥系統介面與程式即可。當艦艇的偵蒐裝備(雷達、聲納、電戰系統等)偵測到情資時(即偵蒐器方格的角色)，藉由操作手的研判與接戰規則(Rules of Engagement, ROE)來識別航跡，並藉由數據鏈路(即資訊方格的角色)來分享情資至參加網路的艦艇，由指揮官依敵情威脅藉由戰鬥系統下達 C2 指令或命令訊息(Command Message)至某負責接戰的載台(即戰鬥方格的角色)。

(二)配備 MIDS LVT-11 之艦艇

此類艦艇雖無戰鬥系統，不能做為 C2 單位，但在整體作戰中仍為相當重要的角色，如濟陽級艦、錦江級艦、飛彈快艇均有射控系統，擔任的是戰鬥方格的角色，可使用共同作戰圖像(Common Operation Picture, COP)來執行攻擊行動；而掃獵雷艦的船位在水雷作戰中十分重要，後勤艦也可藉由戰術數據鏈路來分享 COP，並

在聯合搜救行動中發揮作用。

五、C4ISR 系統的戰術運用

我國當面雖然面對中共強大的武力威脅，然如積極於以網路為中心作戰概念，勢必將有效統合三軍武力，以達到聯合作戰的成效，這一切需經由 C4ISR 系統的建設方能將「戰場透明化、反應立即化、指管加速化」。以下根據第四段所討論的各艦艇戰術數據鏈路構型，來發展可能的戰術作為。

(一)水面作戰

係指敵我雙方均使用水面艦艇做為戰鬥主力的一種作戰方式，此種作戰關鍵致勝因素在於誰能先期掌握對方行蹤，以先佔據戰術有利位置，將不同地點的火力投射至同一地點。

在圖十的場景(Scenario)中，空中預警機 E-2K 擔任 NTR 單位，形成一個 Link 16 的戰術網路，並提供 Link-16 的中繼功能給 A 艦、B 艦與 C 艇，且 E-2 優異的低空偵測功能亦能掌握敵艦動態提供給我方水面部隊。在此場景中，我方 A 艦及敵艦彼此雖可透過雷達偵測到對方，也完成目標識別並準備接戰，然 A 艦卻佔盡戰術優勢，其原因在於我方已經由共同戰術圖像(Common Tactical Picture, CTP)所形成的共同作戰圖像(COP)，掌握敵艦位置與動態，因此在 A 艦確認敵艦位置且完成識別後，B 艦及 C 艇已就戰術有利位置，藉由 COP 鎖定敵艦船位而進行超視距(Beyond Line of Sight, BLOS)攻擊，發射攻船飛彈令敵措手不及。

另外，如果戰場位在本島岸置雷達站偵蒐範圍內，本軍艦艇可在不開啓偵蒐器的情形下(避免電磁波遭敵測向定位)，藉由雷達站的情報傳遞，透過 TDL 掌握敵艦動態，悄悄移動至戰術位置制敵機先。

(二)防空作戰

防空作戰以防禦縱深為基本概念，分成監偵區、摧毀區及首要區。監偵區為艦艇對空雷達所能偵知空中航跡的最大距離，摧毀區外緣為艦艇防空武器(飛彈、艦砲)可以接戰的最大距離，首要區則為主體或屏衛保護中心，此距離為敵反艦武器的投射距離。因此如果能愈早在監視區發現敵蹤，便可增加我方反制時間。

從福克蘭戰爭的教訓可知，單艦欲遂行防空作戰是幾乎沒有勝算的，攻擊方的飛機若以 100 英呎高度貼近海面飛行，則艦載雷達因地球曲率的影響是無法早期偵知的，往往在偵獲敵空中航跡時，其空射攻船飛彈便已離架，故防空作戰的成功取決於友軍的支援。圖十一的 Link-16 鏈路架構是由 E-2K 與偵巡艦組成，雖然偵巡艦本身的對空雷達無法在視距外偵獲敵機，但藉由位於 18,000 英呎的 E-2K 預警機之空中雷達可偵獲低空空航跡，即時透過數據鏈路顯示於偵巡艦的戰鬥系統上，大大延伸了監偵區的範圍，使偵巡艦有充足的時間實施防空作戰與電子防護(Electronic Protection, EP)作為，並向友軍申請空中兵力(F-16)支援，或由 E-2K 指管我方空中兵力打擊敵機，以確保我艦安全。

(三)反潛作戰

反潛作戰是海軍各類型作戰中最困難與複雜的作戰型式，主要原因是水文環境影響偵測潛艦，而水文環境則是被潛艦用來隱匿自己最佳的方式，使潛艦在戰術與

戰略上均享有絕對的優勢。爲了減少此作戰態勢的落差，先進國家的海軍無不窮盡其水下科技發展聲納偵測技術，或研究反潛戰術戰法來有效掌握水下航跡的動態。

聲納分成主動與被動兩種型式，被動聲納可以使用目標運動分析(Target Motivation Analysis, TMA)來建立聽音方位線，主動聲納則可依據被動偵測後建立的粗略方位以聲波建立精確定位。在數據鏈路尚未出現前，執行反潛作戰的艦艇區隊，需藉由無線電語音方式互傳彼此偵獲的資料，再由戰情人員以圖板在描跡桌上定位以進行協同攻潛作業，所以任務指揮官無法即時以圖像方式決定戰術作爲。圖十二所示的反潛共同圖像，是以戰術數據鏈路(TDL)傳遞的各艦水下航跡情資所構建。在第一艘發生水下接觸，或目視潛艦的艦艇建立航跡編號爲 03000 的基準點(Datum，即潛艦最後偵獲位置)後，各艦也陸續將偵獲的可疑水下航跡以 03000 做爲航跡編號，並互相傳遞情資形成反潛圖像。此時反潛指揮官可使用共同圖像研判各艦偵獲的水下航跡，決定保留何筆航跡，並刪除失去接觸的航跡；這取決於反潛指揮官的戰術決策，因爲失去接觸的航跡位置也有可能是重要的參考點。此時若某艦艇有新的水下接觸，則建立編號爲 03003 的水下航跡，並發出基準點與 03003 航跡的配對線，以說明兩點間某結合(Association)的關係，提供反潛指揮官來研判兩筆航跡之間可能的關係，以及指導反潛艦艇後續的編隊反潛戰術。圖十三所示爲 3 艘反潛艦艇以 TDL 傳遞彼此的被動方位線，所形成的反潛圖像。由於被動方位線均爲概略方位，故如有三條以上的方位線較可能研判出水下航跡可能的運動方向與可能區(Area of Probability, AOP)。在各艦均參加數據鏈路網路的前提下，此圖像可即時且持續的更新，若相較於無數據鏈路的反潛戰術，則可節省戰術人員繪製的時間與誤差，再者，此圖像可投影至艦艇的戰情中心，以供戰術軍官及指揮官集思廣益與研判戰術。

(四)電子作戰

電子戰在海戰中需對電磁波及音響之運用保持警覺，嚴格控制本艦的電磁波之傳送與監視、預警及防禦是極爲重要的。在戰術運用上，電戰系統已成爲當前海戰勝負的關鍵，尤其在防禦作戰時，電戰的運用佔有首要地位與角色。戰術數據鏈路雖然沒有偵測與電戰攻擊(Electronic Attack, EA)的功能，但是 Link 16 本身有極佳的抗干擾功能，若其一半的頻段被干擾，它仍可藉著演算除錯而還原原始的資訊，且其具備燒穿(Burn through)功率，可在敵電子干擾下持續運作。

使用 Link-11 數據鏈路時，因其高頻通信的特性而有超視距(BLOS)的功能，但在發射功率時較容易遭敵測向而定位，此點需特別注意。而在敵偵測環境下使用 Link-16，也需降低電磁波發射密度以避敵之偵蒐，此時可將 Link-16 設定爲被動接收模式。在圖十四的圖像中，陸岸電偵單位透過數據鏈路傳遞航跡編號爲 04500 的電偵方位線，此時本艦如也截收一筆電偵方位線，編號爲 03010，即可交叉定位產生 AOP，此時可取電子戰鬥序列(Electronic Order of Battle, EOB)所列電戰參數，來研判該方位之航跡屬於何種類型目標，便可得知是敵或友，而由指揮官來研判下一步的戰術，或將研判情資回報至陸岸的作戰指揮中心。

肆、結語

「以網路為中心作戰」是資訊時代下相關科技在軍事上的運用，而科技的進步往往能夠確實的反映在海軍的裝備應用設計，從而更新系統與作業方式，如綜觀過去由指管通情系統(C3I)、指管通情電腦整合系統(C4I)到現在的指管通情電腦情蒐整合系統(C4ISR)，都是在科技進步下對作戰概念及指揮管制系統的更新。本研究對海軍在建立 C4ISR 系統後，如何將既有的戰術融合進新的科技元素，並引入聯合作戰的概念做出拋磚引玉的建議，期使我國的海防能突破以往的思維而更加緊密，減少錯誤的判斷而導致兵力的浪費。

C4ISR 不僅是一個系統，更是一個概念，所以會隨著資通科技的進步而持續發展，並衍生更多的新戰術，如無人飛行載具的發展、水下聽音系統的研發，便可延伸偵蒐器觸角並整合至指管的核心，加速戰場的反應作為。在此提出幾點建議：

- 一、整合國內科技產業，建立國人的 C4ISR 系統。
- 二、在有限預算下擴大建置 C4ISR 系統的單位。
- 三、在聯戰考量下，統合三軍的作戰需求與介面規格，使訊息溝通不會因獨立式系統(Stovepipe)而無法傳遞。

(四)在發展系統前需整合、規劃各軍的軍事準則、標準、訊息格式等，方能產出契合聯戰需求的系統。

本研究僅點出戰術上的可能應用，在實際建置系統時將遭遇許多難題，諸如教育訓練、程序準則、軍事標準、作戰規則、數據鏈路管理等都會因新系統的產生而逐漸浮現，究竟需先完成哪方面的背景軟體，以在系統產生後能迅速接上作戰步驟呢？這屬於專案管理與軍事事務革新的範疇，其中變數相當複雜，不但是作者未來的研究方向，也將是海軍未來的挑戰。

註一：「三笠號」，維基百科，<http://zh.wikipedia.org/>。

註二：F. Stein, “Observations on the Emergence of Network Centric Warfare”, in 1998 Command and Control Research and Technology Symposium Proceedings, June 1998.

註三：A. K. Cebrowski and J. J. Garstka, “Network-Centric Warfare: Its Origin and Future”, Naval Institute Proceedings, January 1998.

註四：Committee on Network-Centric Naval Forces, “Network-Centric Naval Forces A Transition Strategy for Enhancing Operation Capabilities”, NATIONAL ACADEMY PRESS, 2000, pp.12-27.

註五：國防部，「中華民國 98 年四年期國防總檢討」，2009 年 3 月，頁 17-90。

註六：Tactical Data Links, Lockheed Martin UK, <http://www.lm-isgs.co.uk/defence/datalinks/>.

註七：Northrop Grumman Information Technology Communication & Information System Division, “Understanding Link 11 A Guidebook for Operators, Technicians, and Net Managers”, Third Revision, September 1996, NTS

CI, pp.1-3.

註八：Northrop Grumman Defense Mission System Division, " Understanding Link 16 A Guidebook for United States Navy and United States Marine Corps Operators" , Third Revision, September 2004,SSC SD, pp.1-7.

註九：Jane's Fighting Ships, <http://www4.janes.com/>.

註十：Jane' s Fighting Ships, <http://www4.janes.com/>.