

數據鏈路對空軍指揮管制系統運用之影響 ——以LINK-16為例

空 軍 萬 濟 人
中 校

提 要

- 一、傳統通信手段已無法滿足網狀化作戰的需求，數據鏈路已成指揮自動化系統的重要組成部分，是保障聯合作戰指揮的網路神經。
- 二、數據鏈路可將戰場所偵測到之作戰情報經電腦系統處理後予以整合，並繪製出「共同(通)作戰圖像」，使指揮官在指揮所內有如親臨戰場般能直接主導戰況。
- 三、針對當前空軍指管系統運作現況及未來發展願景，期架構具高效率、標準化、存活力高、運用彈性大且適應我作戰環境特有之指揮管制系統。

壹、前 言

「聯合願景二〇一〇」為美軍擘劃出新一世紀的戰爭觀，而「先進戰場資訊系統」則被設計成為取得「資訊優勢」的先決條件。在未來臺澎防衛作戰以聯合作戰為前提的戰爭思維裡，C⁴ISR的構建自必異於空軍傳統所發展之指管系統。現階段空軍執行各項聯合作戰時部分仍需依賴人工指揮及傳輸作業，相對的嚴重影響及造成我預警時效無法縮短、指揮時效及一致性受到明顯限制；數據化之C⁴ISR系統是國軍積極執行與整合的建軍方向，亦是整合空軍新一代兵力，提升我整體聯合作戰能力之指標，更是國軍邁入21世紀的戰力基礎，

由此更讓我們體認到戰場管理C⁴ISR系統之整合與運用及效能之發揮，對未來臺澎防衛作戰占有相當的重要性，另一方面亦是對我三軍聯合作戰能力是否可有效提升、能否可結合各軍種新一代兵力，發揮裝備最大效益之必要因素。

貳、數據鏈路之定義與構成

一、數據鏈路的定義

數據鏈路是利用數位信號傳輸、交換及時性之數據資料^{註一}在各式武器系統間，以提供一套完整且一致性的敵情與狀況圖，給分散在戰場上各級指揮官(指參人員)運用，系統主要目標在強化由監偵系統到射擊系統之指管作業流程，提供更快、更準確、更完整之戰術

註一 國軍軍語辭典(89年修訂本)(臺北，國防部，民國89年11月22日)，頁10-58。

資訊。^{註二}簡單的說，數據鏈路類似於民間寬頻上網由電腦、數據通信機、終端機及周邊設施，配合相關軟體，構成各武器系統間網狀化通信結構，可傳遞及時性之作戰資訊為C⁴ISR中的通信聯絡部分。^{註三}數據鏈路採用的主要技術包括：高效、遠距離光學通信，抗干擾通信的多波束天線，數據整合技術以及自動目標鑑別等。數據鏈路是根據不同的用途與需求所研製的，不同的數據鏈路有其相對應的標準與編號，例如：美軍有Link1、Link4A、Link11、Link14、Link16/JTIDS等。^{註四}

數據鏈路為一種特殊的數據通信系統，其通信能力強，資訊傳輸效率和自動化程度等，都不是傳統通信系統所能相提並論的。在未來的戰爭中數據鏈路已成為指揮自動化系統的重要組成部分，是保障聯合作戰指揮的網路神經，尤其是數據鏈路能實現指揮自動化系統與主戰武器單元的參數連接，使主戰武器效能產生空前未有的加乘效果。

二、數據鏈路的構成

基本上我們可以廣義的將所有傳遞數據資料的通信均稱為數據鏈路，數據鏈路基本上是一種在各個用戶間，依據共通的通訊協定，使用自動化的無線電(或有線電)收發設備傳遞、交換數據訊息的通訊鏈路，其硬體部分由通信、資料處理、顯示與控制等4個子系統所組成：先由資料處理系統將載臺欲傳輸的

戰術資料，依據資料鏈協定的規範編成標準的訊息格式，再交由通信系統(通常為無線電終端機)將訊息發送到接收的載臺，接收載臺由其無線電終端機接收到訊息後，由其資料處理系統將訊息還原為原來的戰術資料，並顯示在載臺的顯示系統上。

在軍事上，數據鏈路的主要功能是做為軍隊指揮、管制與情報體系傳遞訊息的工具與手段，可視為通信方式的一種。數據鏈路做為部隊通信體系的一環，用以戰場上各作戰單位間可迅速的交換情資，並配合資料處理與分配系統使各單位所掌握的情報得以共享，達成及時的戰場情勢監視，提高指揮人員指揮管制與各單位間相互協同能力及整體作戰效能。軍用的數據鏈路除了可用於飛機、艦艇編隊或地面控制站臺等戰術單位間、小範圍區域內的資料交換、傳遞外，也可透過飛機、衛星或地面中繼站構成可用於大範圍的戰區內，甚至是戰略層級用於國家指揮當局與整體武裝力量間的資料傳遞。另外也有一些涉及聯繫、貫通戰略、作戰與戰術各階層間的數據鏈路，如偵察衛星與地面控制站臺間傳遞影像情報數據的資料鏈，雖然一般是由國家指揮當局等戰略性層級單位來接收、運用，但必要時在適當資源的支援下，也能由戰區性或戰術性的單位運用。除了上面幾種層級外，還有一種類型用於提供武器導引用的資料鏈，

^{註二} 董其正，「數據鏈路簡介」，通資署資訊中心研究報告，民國89年8月出版，頁3。

^{註三} 柯凱瀛，「數據鏈路簡介」，陸軍學術月刊(桃園)，第37卷第436期，民國90年12月16日，頁5-6。

^{註四} 邱洪云、郭禮全，「軍事通信數據鏈路」，空間電子技術，2003年第2期，頁4。

這種資料鏈一般用於傳輸中、長程空對空飛彈中程導引用的彈道修正指令，或空射距外武器等空對面武器的導引數據傳輸。^{註五}

參、Link-16 數據鏈路之功能分析

一、發展緣起

Link-16是美軍與北約各國共同制定的具擴頻、跳頻抗干擾能力的數據通信鏈路標準，美軍稱為TADIL-J(Tactical Data Information Link-J)，用於為美軍各軍種與北約各國提供資訊交換的共同傳輸介面規範。Link-16起源於美軍於1970年代為因應未來作戰需求所研製的「聯合戰術資訊分發系統」(JTIDS)而制定新一代數據通訊標準。Link-16既是美軍JTIDS的一部分，為JTIDS各用戶間提供一個傳遞數據資料的標準、傳遞程序與訊息格式內容等共同規範；也是一種具有通用訊息格式的戰術通訊鏈路系統，未來將成為美軍與北約空對空、空對艦、空對地數據通信的主要方式。Link-16綜合了Link-4與Link-11的特點，可在網路內用以互相交換敵方目標追蹤資料、己方成員位

置、電子偵察/電子戰情報、各平臺狀況、危險警告、導航、控制與引導訊息等。^{註六}

Link-16於1980年代初期首先用在美軍E-3A預警機上的JTIDS Class 1^{註七}終端上，目前JTIDS之Class 1的AN/URQ-33(V)與Class 2的AN/URC-107(V)等終端均已採用Link-16，可分別用於飛機、艦艇與地面基地上；北約八國共同發展用於新一代戰機上的「多功能情報分發系統」(MIDS)的「低容量終端」(LVT)也相容於Link-16；另外，F-14D上所裝備用於取代ASW-27C的新一代ASW-54終端機也是採用Link-16，可使16架戰機連結成網路，較ASW-27C使用的Link-4A提高了4倍。現已有多家美歐廠商生產可相容於Link 16的終端機。

^{註八}

二、架構特性

Link-16除保持Link-4和Link-11數據鏈路的原有基本功能外，在通信功能上許多特性的提升源自於其獨特的架構。

(一)無節點

節點是維持通信交換鏈所需的單元，例如：在Link-11系統中，NCS

^{註五} 張明德，「現代戰場C³I的神經網路——戰術資料鏈(上)」，尖端科技(臺北)，民國91年8月，頁20-21。

^{註六} 同註五，頁21-25。

^{註七} JTIDS的終端機分為四類(class)：CLASS1：用於指揮管制平臺，如預警機、地面防空指揮中心等，CLASS1終端機的發射功率強大(>1kW)，控制單元具有多個顯示器。CLASS2：又稱為戰術終端機，裝配在戰術飛機與水面艦艇上，發射功率約在200-500W間。CLASS3：這類終端機功能較為有限，只用於導航、單兵背負、車輛與小型艦艇。CLASS4：為CLASS1的一種變體，在CLASS1終端上附接轉接介面而成，用於地面和海上中心和指揮所。這種終端可將JTIDS的訊息轉譯回指揮與管制中心使用的通信信息格式。

^{註八} 張明德，「現代戰場C³I的神經網路——戰術資料鏈(上)」，尖端科技(臺北)，民國91年8月，頁25。

(Network Control Station)為其一節點，若NCS故障，則整個鏈路將故障。在整個Link-16系統中並沒有節點，各JTIDS終端機可做為中繼站，任何一個終端機載臺遭到摧毀，也不會影響網路的整體性。在Link-16中與節點最有關聯的大概是「網路時間基準」(NTR)，網路時間基準為用以啓動網路所必須並供給新單元加入網路所需之同步信號，在網路建立後，網路可在沒有NTR的情況下連續工作數小時。

(二)安全

Link-16系統各終端機具有保密功能，可以自動的安全通訊傳輸，跳頻技術配合「展頻」原理由網路編號及傳輸保密之變數的運用，使敵人干擾無法阻隔全頻段，進而增進通訊信號安全，而終端機機動變化位置及各終端機信息可同時交錯傳輸更造成敵人截取信號的困難。^{註九}

(三)抗干擾

抗干擾為通信系統在敵方的電磁干擾環境中仍能正常工作的能力，Link-16之JTIDS波形經設計可對抗經最佳化、波段匹配之干擾器，其展頻波形使其可在受干擾的環境中持續的為全軍提供通信服務。

(四)堆疊網路

不同網路間採用分碼多工進接法(CDMA)，使同一地區可有許多不同網

路同時工作。Link 16使用進接法在系統中稱為堆疊網路作業。同組時間槽可經由指定不同之跳變型態提供一個以上之網路使用，跳變型態由傳輸保密加密變數及網路編號決定，具有相同之傳輸保密及訊息保密加密變數但網路編號不同之網路稱為堆疊網路。

在每一時間槽內，JTIDS單元在網路中不是處於發送狀態就是處於接收狀態，為了要使用堆疊網路結構，網路上每一參與載臺必須是互相獨立的。堆疊網路亦適用於與語音通信，可提供128組不同的語音通信線路供每兩個網路參與群使用。^{註十}

三、系統功能

(一)信號波形

Link-16 JTIDS系統以無線電方式，使用960-1215MHZ之頻段進行資料傳輸，選擇如此寬的頻段乃考慮在敵方之干擾戰術、頻寬涵蓋及對JTIDS系統進行干擾所需之干擾機功率等條件下，仍能在戰場環境中使此系統維持指揮、管制及通信暢通之能力。

1.展頻技術

展頻資訊在頻道上使用亂碼編號序列以產生JTIDS波形，展頻通信藉由以5MHZ之速率進行連續之向位移調變，由接收/發射機或高功率放大器發射頻寬為3MHZ之脈波，此種方式之展頻編號由儲存在保密資料單元中之傳輸

^{註九} 何小林，「美海軍『2030年戰術數據鏈方案』探究」，海軍學術月刊(臺北)，第33卷第4期，民國89年4月10日，頁26-27。

^{註十} 許裕敏譯，「LINK-16資料交鏈系統簡介」，海軍學術月刊(臺北)，第36卷第10期，民國91年10月1日，頁73-74。

加密變數連續做向位之改變來完成，所發射之脈波對非此系統之接收機而言為亂碼而難以截收。

2. 跳頻

Link 16網路為預置跳頻型態並分享保密變數之型式。跳頻模式為一保密程序，由終端發射機以亂碼跳頻，在每次傳輸時，脈波被平均分配到51個頻率之一，而且連續的兩個脈波部會靠的太近，每次發射之脈波頻率不同，瞬間跳頻速率為1/3微秒或每秒跳頻76,923次。理論上最多可有20個不同跳頻型態之線路可同時存在而不會造成干擾。JTIDS與國軍所使用的系統不同的是其同步脈波與資料脈波皆跳頻，使得敵方更不易干擾。

3. 射頻脈波

在展頻後，每一個脈波之頻寬為3MHZ，所發射之脈波為中心頻率在960-1215MHZ範圍內每一個間隔為3MHZ之射頻波，在51個頻率中快速跳變使得JTIDS系統所發射之脈波對電子反制接收機而言有如亂碼。

4. 抗干擾

Link 16系統提供了顯著的抗干擾能力，所使用之波形及系統硬體使得系統在受到嚴重干擾的環境下仍能維持通信之暢通，而使用L波段之頻率將迫使敵方必須分散對其他通信裝備或雷達的干擾能力。

(二)分時多工連接

1. 時間槽

Link-16工作的方式為分時多工，它將時間軸劃分為一個長12.8分鐘

的時元(Epoch，1天=112.5時元)，每個時元再劃分為64個長12秒的時框(Frame)，每一時框再劃分為1,536個長7.8125微秒的時槽(Time Slot)。Link-16以時槽為單位分配給網路內的成員，每個系統成員都有一個準確的時鐘，各自在規定的時槽內發送本站的戰術情報訊息，整個通信網路就像一個巨大的環狀訊息池，所有的用戶都將自己的訊息投放到訊息池中，也可以到訊息池中取得自己需要的訊息。

2. 傳輸格式

JTIDS終端機經由匯流接收來自主電腦之TADIL-J字元並將他們轉換成脈波流。所傳送之脈波依據所選擇脈波型態之來回時間、語音及資料包裝之格式改變其編號。資料脈波之數目由包裝結構決定，時間槽中之剩餘時間則保留為信號在大氣中傳輸之時間，足供相距300哩之兩載臺做傳輸。

3. 雙脈波格式

在雙脈波格式中(STDP and P2DP)三個TADIL-J字元的每一組在同一時間槽中被傳送兩次，雖然是相同的資料，但卻被分別編碼，並以不同之頻率傳送，如此，接收單元只需正確的接收兩組脈波之一，則可獲得所有資料。

4. 資料編碼

所有透過Link-16傳送之資料皆以Reed-Solomon EDAC編碼技術編碼。以確保原始資料字元即使有一半在傳送時漏失掉仍可被重建。若資料被中繼傳輸，中繼載臺在再傳送前先將所

接收之資料修正以確保每一筆新傳送訊息之正確。所接收之訊息若被漏失太多或有太多之錯誤，在做訊息解密之前將被捨棄，且不會被轉送。

(三) 語音保密

Link-16具有兩種語音保密線路，每一線路包括127個次線路，每一JTIDS終端機包含兩組語音編碼器。每一語音頻道各自接收特定時間槽之數位化資料，因此，彼此間不會互相干擾。當在受干擾或低信號雜訊的環境下作業時，經中繼傳輸的語音開始時將不穩定，接著是語意不明的語音，最後則為無法回復的資料。

(四) 干擾防護特性

每一終端機均內建有介面防護特性(IPF)，持續地監視傳輸頻譜，以確保在嚴重干擾的情況下系統所接收之信號不會產生錯誤。目前所使用之軟體依據頻譜特性提供三種操作模式，完全之保護軟體使得單一終端機之TSDF為20%，其它終端機則為40%。當終端機偵測到超過百分比限制之作業時，IPF將自動中斷傳送，必須由操作手啟動一手動的重置功能以將終端機恢復到正常之操作模式。^{註十}

肆、LINK-16在指揮管制系統中的運用

數據鏈路的建立本身並不是目的，也不是一個孤立的系統，而是做為指揮

管制體系裡的一種通訊手段，做為傳統語音通訊的輔助與補充，配合資料處理等系統以保障部隊實施有效的指揮管制。為更進一步說明資料鏈的實際應用，以下介紹幾種使用資料鏈路的戰術情報分發系統構成通訊系統骨幹，並運用計算機輔助的自動化指揮管制系統。^{註十}

一、聯合戰術資訊分配系統(JTIDS)

JTIDS使用的資料鏈是標準新制定的LINK-16。和以往的數據鏈路系統相比，LINK-4只能提供管制中心和戰機的聯繫；LINK-11只能提供艦對艦的聯繫；LINK-14只能接收友艦的資料，而不能傳送資料；而LINK-16則是三軍通用，陸、海、空三軍操作平臺都能藉由這套網路交換資料，而且資料鏈路的頻寬大幅增加，可以傳遞更多敵我雙方的動態資料。藉由JTIDS系統，戰機飛行員不再只是接收管制官用語音通訊來傳遞不精確、不完整的過時目標資料，空中預警機可藉由JTIDS傳遞資料的精確度與速度，足夠飛行員在抬頭顯示器或多功能顯示器上看到目標及時的位置變化，以及方位、距離、速度等資料，可以在雷達靜默、不使用亦被干擾及監聽的語音無線電的情況下偷襲目標；甚至戰機飛行員可以由JTIDS的顯示幕上，看到正後方的敵機動態，迅速反擊企圖偷襲的敵機，提供360°的警覺範圍。另外一方面，每隔20秒，戰機上終端機會將本身的位置、速度、燃料／武器存

^{註十} 同註十，頁75-80。

^{註十} 張明德，「現代戰場C³I的神經網路-戰術資料鏈(中)」，尖端科技(臺北)，民國91年9月，頁45-46。

量及偵測到的目標資料，回傳至預警機；因此，預警機即使在雷達無法追蹤低空友機的時候，也可以藉JTIDS清楚看到所有友機的動態，並提供一種比敵友識別系統更可靠的識別方式，減少視距外空戰中誤擊友機的可能；甚至因為飛機空間資料更精確，進而減少空中相撞的事故。同樣的，戰機也可以和艦上及地面防空單位交換資訊，並可以攔截進入地面雷達死角內的低空敵機，而將中高空的敵掩護兵力交付給地面防空飛彈；地面管制站臺亦可經由戰機及預警機傳送資料，操作員直接在雷達幕上鎖定敵機，不必擔心誤擊而進行額外的通訊問答；並監視雷達死角中的敵機動態，當敵機一進入雷達死角就迅速進行射控作業；友機也可以自由出入己方的防空火炮接戰區，增加指揮官的戰術運用，甚至處於不利之戰術位置時，可以穿越己方飛彈接戰區，讓防空飛彈射下追兵。^{註五}

1991年的一次波灣戰爭中，JTIDS經歷了第一次的實戰考驗。當初美軍派駐在沙烏地阿拉伯的E-3C預警機、E-8AJ-STARS與EC-130E空中戰場指揮管制中心，均裝配了JTIDS終端機，全系統在波灣戰爭中累積操作了700小時。在操作時，系統的通信狀況相當良好，證實了配備有JTIDS的飛機其機載顯示器可藉此顯示空中飛機間的位置態勢，

對戰區內飛機密集的環境下防止相撞與誤擊起了良好的效果。^{註六}

二、協同作戰能力(CEC)

美國海軍的「協同接戰能力」(CEC)是一種革命性的資料鏈路，主要有複合追蹤與識別、搜索提示與協同作戰三大功能。其中，複合追蹤與識別是將戰鬥群內各艦各雷達所獲得的目標資料，整合成共同的目标航跡圖，形成「單一整合空中圖像」(SIAP)，可藉比對各艦資料對目標進行追蹤識別。搜索提示則是在建立共同目標航跡後，若網路內有某艦的雷達仍未搜獲目標，仍可經由戰術數據鏈路獲得其他單元所送來的追蹤資料，幫助該艦儘速搜獲目標；另外，此功能也有助於延伸搜獲目標的距離。而CEC與過去發展的資料鏈間最大的不同，在於所謂的「協同作戰」能力；過去的資料鏈僅能交換目標航跡、速度等「追蹤」等級精確度的資訊；而CEC的高頻寬鏈路，則能更進一步達到目標選擇的程度，精確度可用於武器射控、火力管制的感測器訊息。^{註七}

CEC計畫，便是利用JTID的強大頻寬，使不同平臺能及時傳遞目標資料，甚至是飛彈資料鏈訊號或終端照明雷達波的密碼，使戰機在其雷達的追蹤範圍外發射飛彈，並由其他飛機提供導引，使飛彈射程擺脫戰機射控及導引距離的限制。^{註八}(如圖)

^{註五} 陳昭偉，「資料鏈及電戰系統(上)」，尖端科技(臺北)，民國87年8月，頁38。

^{註六} 同註五，頁49-52。

^{註七} 同註九，頁30。

^{註八} 陳昭偉，「資料鏈及電戰系統(上)」，尖端科技(臺北)，民國87年8月，頁38。

數據鏈路作戰管制功能示意圖



資料來源：<http://www.sistemasdearmas.hpg.ig.com.br/dt14usalink16.html>

三、多功能訊息分發系統(MIDS)

多功能訊息分發系統(MIDS)是一種類似JTIDS Class2、相容於LINK-16的小型終端機。MIDS利用超高速積體電路與微波積體電路技術，大幅縮小設備的體積與重量，並簡化系統結構；MIDS終端機體積較Class2降低了40%-50%，重量則降低60%以上，造價則降到Class2終端的一半以下。目前MIDS終端機有兩種型式：LVT與FDL。LVT又分為3個型式，LVT(1)與LVT(3)用於機載，LVT(2)用於路基固定或機動式管制中心，另外LVT(1)也可供艦艇使用；FDL則是專為美國空軍F-15發展的簡化輕量版本，取消了TACAN與較費時的數位式語音通訊頻道，以壓低造價，功率也較低，FDL與LVT間約有80%的軟體共通性。未來美軍與北約大部分新服役的戰術飛機與新建造的水面作戰艦艇都預定配備MIDS，如F-22、F-35、颱風式(EF-2000)、颶風式等。在現役飛機方面，美國空軍預定將F-15C/D上裝置JTIDS Class2或MIDS終端機，並考慮

購買額外的MIDS終端裝置於F-16C/D上；另外，戰略空軍的B-52、B-1與B-2轟炸機也正在評估裝設MIDS，終端機的型式則還沒確定。^{註5}

伍、空軍指管系統運用概況

一、空軍指管系統現況

(一)裝備性能

空軍現役防空監控系統包含：戰管雷達、E-2T預警機、強網系統性能檢討說明如后：

1. 戰管雷達

戰管雷達係針對飛機目標之防空預警雷達，涵蓋距離約200多哩，為全方位持續偵測搜索，整體涵蓋現已達到重疊與綿密要求，惟無法針對戰術彈道飛彈偵蒐。

2. E-2T預警機

E-2T預警機系統具自動建立航跡功能，惟受雷達本身性能之影響，對高速移動之目標〔導彈重返大氣層時速度約5倍音速〕且因受限於雷達偵測導彈之能力取決於目標之雷達截面積大小，系統無法有效偵測與處理。

3. 強網系統

強網系統為自動化防空系統，係依國軍全般戰略構想與空軍作戰指導，建立之空中作戰管制中心(ACC)；透過整體通信系統之數據或語音電路，連接各級戰情中心，構成整體之指、管、通、情作業系統，以統一指揮，集

^{註5} 同註4，頁53。

中管制，執行機、彈、砲聯合防空作戰任務。

(二)指揮管制系統作業型態

1. 作業方式

採取雙工方式作業，在AOC/ACC統一指揮下，管制人員藉資訊系統執行空監、鑑別、武器選派、攔截管制及防情傳遞等作業，以集中管制機、彈、砲等防空武力，遂行防空作戰任務。

2. 情資構連方式

(1)地空鏈路系統(TTGS)之系統架構：TTGS系統提供E-2T與強網間之戰情資料、指揮管制訊息及與ACC之語音通信傳輸通信鏈路的管理與控制，其主係藉由架裝地面之遙控站臺(Remote Site)、Link T、整合式整體通訊系統/主體通信系統(ICS/BCS)、空管中心之中央站臺以及與強網系統構連之Link E組合而成。

(2)飛彈陣地：強網系統藉由UDL通信協定與各飛彈陣地通信，傳遞交換航跡訊息、航跡管理訊息資料、指管命令、接戰狀況、IFF/SIF資料及指標訊息等資料。

(3)數據通信次系統：數據通信之主要功能在藉由數據電路與微波方式，將各陣地所蒐集之防空情報資訊，傳送至空管中心。

(4)平面通信次系統：以全數位整體服務數位網路(ISDN)交換單元為

核心，將各單位總機門號整合，提供作戰人員執行情報傳遞及命令下達。

(5)地對空通信次系統：由全數位交換單元及無線電控制介面組成，提供防空識別區內各空層之地空通信能力。^{註六}

二、系統發展願景之SWOT分析

綜合以上所述，本就針對我國指管系統之性能、面臨環境與成長空間的優、劣點及未來所可獲之機會與將面對的最大威脅方式做一整理(如表)。

經本研究綜整、比較與分析，可確認以下要素：

(一)中共飛彈威脅是中華民國在國防戰略上的最大困難與挑戰。

(二)現代化之指管系統為發揚武器效能之「倍力器」，如何保持指管系統(含備份系統)之存活性與運用彈性亦為必須考量之第一要素。

(三)雖然LINK-16戰術資料鏈功能強大，惟在沒有衛星擔任中繼的狀況下，作戰效能將大受影響。

(四)固定雷達陣地於戰時易遭敵攻擊、破壞，將影響作戰指揮中心偵蒐資料獲得。

(五)現代戰爭之思維潮流已由強調以武器平臺為中心之型態轉變為以網路為中心(數據鏈路之運用)之作戰型態——整合之加強戰力^{註九}。

陸、對戰場的影響與因應作為

^{註六} 王瑞屏，從資訊戰觀點談DATA-LINK技術應用於整合國軍指管系統之研究——以空軍指管系統為例，國防大學國防管理學院指參班畢業論文(臺北)，民國90年6月16日，頁40-44。

^{註九} 同註六，頁45-48。

表 運用數據鏈路構建未來空軍指管系統SWOT分析

S：優勢	W：劣勢
<ol style="list-style-type: none"> 1. 各型雷達涵蓋完整，可有效掌握臺海周邊空中動態。 2. 自動化空防指管系統已建構完成，可滿足臺海空中作戰需求。 3. 作戰管制程序完備精實。 4. 指揮運用之各式武器系統布署綿密且性能甚佳，目前足抵消飛機數量劣勢。 5. 系統可維持高妥善狀態。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 戰管系統不具導彈與巡弋飛彈偵蒐預警、處理顯示與攔截摧毀所需之指管能力。 2. 人工管制系統作業效能不足擔負臺海空防作戰任務。 3. 臺海縱深短淺，預警時間緊迫。 4. 主要之雷達陣地戰時極易遭受精準武器之摧毀。 5. 由於數據鏈路LINK-16不具視距外傳輸能力，在沒有衛星中繼的情況下，作戰效能將大打折扣。
O：機會	T：威脅
<ol style="list-style-type: none"> 1. 中共整體國力之快速發展將使臺海均勢狀況失衡，對我軍事採購需求及未來戰力有甚大成長空間。 2. 國內資訊、通信產業發達，且環島光纖系統建置完成，可有效提升支援未來指管系統運用、構建策略之彈性。 3. 數據鏈路技術之獲得與運用，可有效整合並提升我二代空防兵力之整體戰力。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 裝備精密、複雜度增加，基層操作人員能力及經驗均難以提升及累積。 2. 中共致力發展其不對稱戰力，戰力大幅躍升，更增其動武之信心。 3. 在「可外購則不自行發展」原則下，未來軍備發展能力有限。

資料來源：王瑞屏，「從資訊戰觀點談DATA-LINK技術應用於整合國軍指管系統之研究—以空軍指管系統為例」，國防大學國防管理學院指參班畢業論文（臺北），民國90年6月16日，頁45。

一、對戰場的影響

(一)戰場監視與目標獲得

使國軍建立連續、及時與全方位之戰場監視系統，爭取預警時間，且能共享其他軍種所獲之戰場情資，充分掌握戰場景況，及時戰場情報準備與作業，適時偵測之敵情，調整作戰計畫或實施三軍聯合作戰。

(二)戰力保存

1. 藉全方位聯合戰場監視，爭取早期預警，使國軍各部隊，先期採取適當戰力保存措施，並有效防範敵癱瘓我之節點。

2. 可使各戰鬥部隊，藉分散部署或不斷機動，強化戰力保存，降低敵攻擊損害。

3. 藉及時通資連絡，掌握本軍主戰兵力位置與動態，同時降低誤擊機率。

(三)軍種聯合作戰

1. 藉數據鏈路之及時性傳輸，能加速協調各軍種兵力之兵火力運用；實施三軍兵火力分配與指管，實現三軍聯合作戰與精準攻擊。

2. 使各級指揮所能精確掌握敵情及各作戰部隊位置與運動狀態，並及時因應敵情勢變化，修正作戰命令與調整部署，實施機動指揮與作戰。

3. 依敵情、任務、地形等需要，能靈活運用模組化，編組適當作戰單位，且使該單位能立即獲得所需之各種敵我資訊，滿足作戰任務需要。

(四)建立電子作戰能力

1. 建立「電子、指管戰」能力，可協調運用多重手段妨礙、制壓或摧毀敵指管與電子設施(如火力攻擊敵電子戰部隊、國軍電子戰部隊對敵實施干擾)。

2. 數據鏈路之數據通信機採跳、展頻技術，可降低敵電子戰與訊息戰之威脅，確保國軍電子通信與自動化指管效能之發揮。^{註一}

二、因應作為

(一)結合衛星通信

雖然LINK-16戰術資料鏈功能強大，但使用直線傳播的L或UHF波段無線電波進行資料傳輸的有效距離，仍受視線距離限制。由於地球表面曲度關係，就算以飛機進行訊號中繼，一般最多仍不超過300NM。若在未來臺海作戰中，我各機場與高山站臺在中共導彈攻擊下，能有多少戰機起飛執行任務與實施通訊中繼工作，實在值得研討。

而要進行超視距通訊時，除採用較不可靠的HF波段利用電離層傳播外，較好的方式是利用衛星做為通訊中繼站，將訊息轉發到視距以外的單位^{註二}，對戰場透明度而言，將有莫大的幫助。倘若未能衛星資料與傳輸功能，C⁴ISR將難以符合現在與未來戰場之需求，沒有衛星鏈結，傳輸資料將未能完全涵蓋整個戰場，衛星情蒐資料亦將闕如，且要達到全面戰場及時情傳資料，

將會困難重重。故缺少衛星鏈結的C⁴ISR必將失去戰場勝利的契機。

(二)研發加密保密器

目前美軍在Link-16終端機上使用的保密器並不允許輸出給我國使用，因此，必須選擇並使用美國國家安全局核准輸出的商用保密器。雖然LINK-16有較強的保密與抗干擾功能，但這套系統在未來將有許多國家正計畫構建使用中。對我國而言，假使美、日等國介入臺海支援作戰時，能夠無礙的達到介面整合，指揮通信裝備相同且容易協調一致，但相對將容易造成洩密之情況。建議中科院應研發適用於LINK-16戰術資料鏈的保密裝置，以防洩漏重要資料之情事發生。

(三)落實教育訓練

自民國38年政府播遷來臺後，對於人才教育的培植不遺餘力，因為人民受教育的機會普及，自然為國家造就許許多多的人才，部隊的人員來自社會，自然所招募的人員素質相形提高。高科技武器系統須高素質人才操作，人才由教育訓練培育而成。國軍應從基礎教育開始「數位化」教育，再配合進修教育與國防大學之深造教育，取作戰實務素材，以實作方式演練「作戰需求」，並結合國軍作戰現況，期達「齊一認知、統一作法」之目標。

(四)需具備資訊戰防護能力

由於電腦與網路被廣泛運用，三

^{註一} 柯凱瀛，「數據鏈路簡介」，陸軍學術月刊(桃園)，第37卷第436期，民國90年12月16日，頁11-13。

^{註二} 張明德，「現代戰場C³I的神經網路—戰術資料鏈(上)」，尖端科技(臺北)，民國91年8月，頁28。

軍聯合作戰C⁴ISR與數據鏈路系統更是依賴電腦與網路，如果C⁴ISR系統之主要電腦網路或其系統機制之某一環節遭受敵人信息戰攻擊，則國軍作戰能力將受損害，甚至兵敗如山倒。故在規劃三軍聯合作戰及C⁴ISR系統與數據鏈路時，在通信、系統與介面整合、主副網路、資料與軟體載錄、系統硬體與軟體備份等，均需考量其具資訊戰防護能力，以因應未來資訊戰所擁有點穴作戰與打擊要害的特性。^{註三}

(五)建立完整標準作業程序

數據鏈路籌建後，各連結單位應建立及如何運用之權責分派等各細節部分，先行律定完整之作業程序及作法，方能以裝備之功能結合各個指揮管制機制，將作戰能量提升至最大。

(六)建立機動化的作戰指揮中心

未來我國於籌建各區域作戰管制中心(ROCC)時，亦應朝向以具機動能力、模組式管制裝備之硬、軟體為基礎，平時採固定、戰時採機動方式部署，並利用數據鏈路技術依整體作戰構想指揮配賦之火力單位、飛行基地與偵蒐系統遂行指管作戰。此模式不僅可大幅降低因地下化之固定式之空防中心遭受戰損後，整體指管能力喪失之威脅，亦能達到統一指揮及分散部署之目的且其存活率與交互支援性之運用彈性亦可大幅提升。

柒、結 語

因應未來聯合作戰及網路作戰發展需要，數據鏈路已成為指揮自動化系統重要組成部分，是聯合作戰指揮的中樞神經，尤其是數據鏈路能使指揮自動化系統與各火力單位的緊密連接，讓各武器載臺效能產生前所未有的倍增效果，使指揮官得以「運籌於帷幄之中，決勝於千里之外」；國軍欲達成數位化聯合作戰目標，必須儘速完成先進戰術共享情資之聯戰指管系統，以數據鏈路為核心，藉及時性戰場資訊傳輸近乎同時顯示於各指揮階層之終端機上，使指揮官到單兵均能共享相同之戰場情景，以減少戰爭迷霧，達成提升戰場透明化之目標。

收件：94年02月16日

修正：94年02月20日

接受：94年02月24日

作者簡介

萬濟人中校，空軍官校78年班、空軍學部91年班；現任職於國防大學軍事學院空軍學部教官。

^{註三} 林育斌，精進制海作戰C⁴ISR系統—艦隊戰術資料鏈需求研究，國防大學海軍學部畢業論文(龍潭)，民國90年6月16日，頁11。