



防衛作戰中 陸軍網狀化作戰之研究

作者簡介



李靖海助理教授兼系主任，國防大學中正理工學院博士；曾任陸軍通校總教官、國防部通資次長室通資安全處、通訊綜合處處長；專精領域：嵌入式系統、通訊，現任職於明道大學資訊傳播學系。

提要>>>

- 一、全球化時代的戰爭，取消了武器對戰爭的左右，在新的基點上重新排列了武器與戰爭的關係，新概念武器的出場，使戰爭的面孔日漸變得模糊。
- 二、科技之進步實乃技術整合促成，資通訊技術促使了工業進化第三波革命，對全球人類之社會、工業及軍事結構產生重大的變革。如同出版技術從紙張移到電腦（位元）的轉變，讓我們能夠在彈指之間擁有世界各地的任何資訊一樣，雲端計算基礎架構的應用程式開發能夠讓我們在很短時間內，以更低的成本建構功能強大的企業級應用程式。
- 三、資訊時代促進了國防武力「軍事事務革命」之改革浪潮，以網狀化作戰概念，整合各數位化作戰系統，以資通訊技術建置系統鏈結基礎，實現作戰一體化、即時性、同步化目標。網狀化作戰整備上改變了作戰任務功能項目（如組織、作戰構想、準則、訓練、指揮與管制等）之作業方式，創

造戰場資訊優勢，其目的就是要能達到戰場透明化，最終是不戰而屈人之兵。

關鍵詞：網狀化作戰、C⁴ISR、任務功能項目、資通訊基礎建設

前言

通信兵應用學：「作戰靠指揮，指揮靠通信」¹，然現代化作戰不僅是通信要暢通，更要整合戰場上資訊，因此將資通訊科技融入於戰爭之中，達到戰場透明化，制敵於機先，不戰而屈人之兵，獲得勝利之最高目標。

戰爭方式由傳統的高投入、高耗費的「高耗型戰爭」，朝向力求以最快的速度、最低的成本達成戰略目標的「效果型戰爭」轉變，作戰方式由以往的「武器平臺中心戰」朝向未來的「網絡中心戰」。軍隊資訊化建設則朝向網絡化、智能化和太空化的方向發展，軍隊組織結構朝向規模輕便化、一體多能化和指揮體制扁平化的方向發展。而這些轉變，事實上就是邁入網狀化作戰型態。在波灣戰爭中，即已證明了以科技為後盾的火力取代了人力而改變了戰爭的面貌。據情資指出，共軍總參謀部電子對抗部（四部）已制定了軍用資訊系統方案，並依計畫於2006年要實現全軍數位化。面對中共持續進行部隊數位化建設，我亦應加強提升與發展數位化部隊，才能面對未來之作戰。網狀化作戰型態主要可分為三個方面：1.ISR；2.C⁴I；3.精密兵力。

C⁴ISR是建構網狀化作戰之實體系統，其中資通訊技術則是占著舉足輕重之地位，本文旨在介紹資通訊基礎建設應用在創造戰場上網狀化作戰之環境。並藉此系統應用在各種類型之戰場，達成戰場知覺、反應即時化、作戰立體化、行動同步化遂行網狀化作戰之目的。針對建構網狀化作戰之意涵與任務功能項目及對陸軍如何運用現代數位科技逐步建構網狀化作戰環境，以提升地面防禦任務之效能，提供個人淺見。

網狀化作戰之意涵與架構、作法

網狀化作戰概念不是無中生有，是因著資訊時代資通訊科技之進步，在創造戰場資訊優勢下逐漸成形。戰場如商場，同樣是為爭取商機而需要營造資訊優勢之態勢，為什麼網狀化作戰會創造資訊優勢，能制敵機先；簡單的說，資訊科技易於整合各個作戰系統，如監偵系統、資訊分送系統、武器系統與指揮管制系統等，藉由通訊基礎建設，鏈結成一個共通網路，進而使作戰資訊達到一體化、同步化與即時性之要求。

一、網狀化作戰意涵²

資訊時代之革命（第三波革命）藉由

1 陸軍通訊電子資訊學校編，《通信兵應用學》，91年6月，頁緒論-1。

2 劉宴慈，〈中共「網絡中心戰」能力之研究〉《國防雜誌》，第23卷第6期，98年，頁100。



發展與運用資訊優勢，達到支配各領域生態體系之目的。同理，資訊時代在軍事作戰中資訊優勢改變了作戰環境或軍事組織之競爭空間，特別是針對任務本質、遂行作戰任務之作戰空間、敵軍能力、對作戰空間之感知能力及部署武器能力，尤其最重要的是指揮與管制之能力。

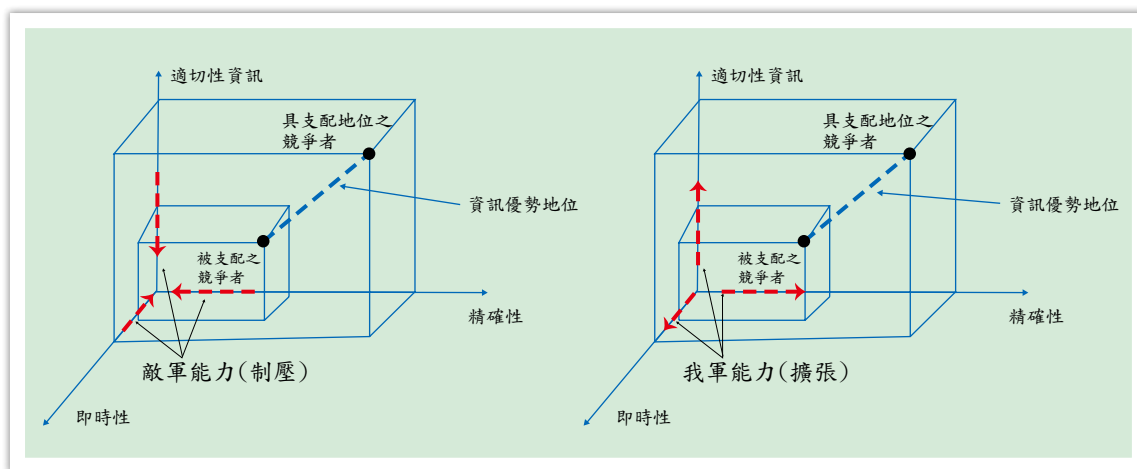
(一) 資訊優勢

美軍在「2010年聯合願景」(2010 Vision) 強調運用資訊優勢遂行機動、精準接戰、全方位防護及集中後勤之作戰構想，最終目的在達到全面主宰戰局。美軍聯合刊物指出資訊優勢之定義³：是具備蒐集、處理、分配與運用資訊流之能力，並阻止敵方具備此能力。因此，在戰場上具備資訊地位之競爭者，係做到迫使一個以上之敵方（競爭者）的資訊量為「0」（如圖一）。具備資訊優勢可加快指揮速

度、促進作戰速度、爭取先制、先發制人、採取主動，進而達到全面主宰戰局（如圖二）。

(二) 網狀化作戰任務空間與作戰空間之差異

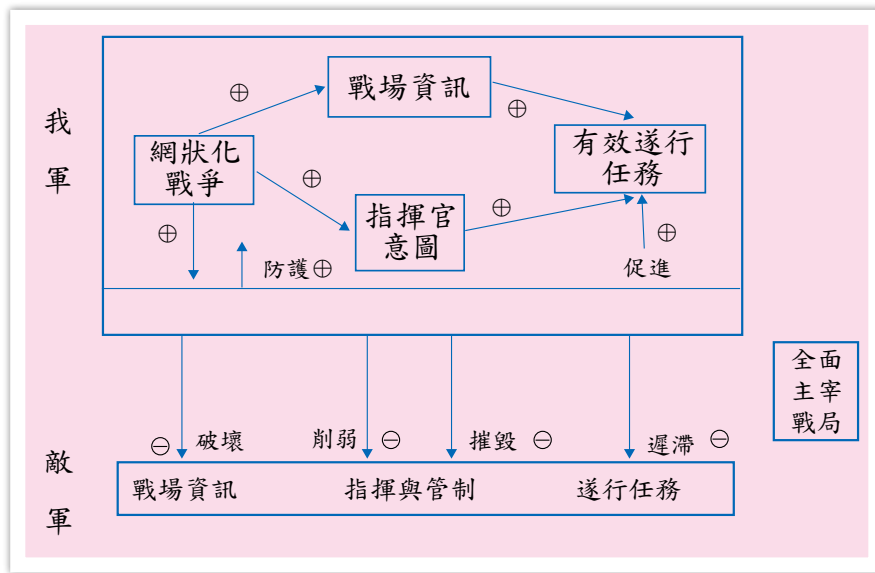
由於資通訊科技之進步，在作戰型態上導入網狀化作戰模式，相繼導入自動化偵測感知系統、識別系統，藉由網路整合各式武器載臺，提供精準快速之指揮與管制功能，這些作戰效能與價值有助於作戰優勢。亦因資訊時代所產生之優勢價值高於傳統作戰方式，致使不對稱型態之戰爭更具威脅性，這已不是兩軍對壘之作戰，而是隱藏式、全新型態之作戰方式，甚至所面對之挑戰是非戰爭作戰行動。前線與後方之界線愈趨模糊，敵方、我方與中立國之間界定亦日趨模糊，資訊戰植入病毒或同時攻擊敵方主要基礎設施系統（如發電廠、通信設施、大眾安全系



圖一 拘束敵人部隊能力（左圖）及擴張我軍能力（右圖）

資料來源：摘自《陸軍軍事譯粹選輯第十輯》，頁44。

3 林宗達，〈以弱勝強的考量（下）剖析中共信息戰之不對稱戰的戰略考量〉《全球防衛雜誌》，第252期，94年8月，<http://www.diic.com.tw/mag/mag251/9407-94.htm>



圖二 資訊優勢達到全面主宰戰局示意圖

資料來源：摘自《陸軍軍事譯粹選輯第十輯》，頁44。

統等)及「災害防救」列為國軍中心任務之一。綜觀這些改變，會發現未來之任務日趨複雜，所面臨之挑戰與敵意更難以預料。

21世紀作戰空間可以由任務空間或是以資訊時代之本質來定義，以作戰空間取代戰場，表示了任務環境或競爭空間不僅是一個可接觸的實體位置，作戰空間已不再侷限於單一作戰區或戰區。圖三是呈現網狀化作戰之概念圖。

(三)偵測系統與執行系統之差異

傳統之偵測系統是將感測器與計算處理、分析與分配集中在一個車廂或指揮所內，但這個系統造價昂貴所費不貲，且容易暴露在敵人武器攻擊內。然在資訊時代，利用網狀化架構將集中式之架

構轉移成分散式架構。前端以簡單之偵測系統所搜獲之動態情報，藉由網路基礎建設傳送至遠端資訊伺服器，除了偵查感測器設備外，附加最少之處理及資料儲存功能即可。其功能僅是蒐集資料，至於偵測資料之處理、分析與分配主要是藉由完善之網路系統傳送至後端功能強大之伺服器來完成。早期這種系統架構就如同是精簡型電腦（Thin Client）⁴（如圖四），發展至今即是當今熱門之雲端運算

（Cloud Computing）系統⁵。

(四)指揮與管制之挑戰與機會

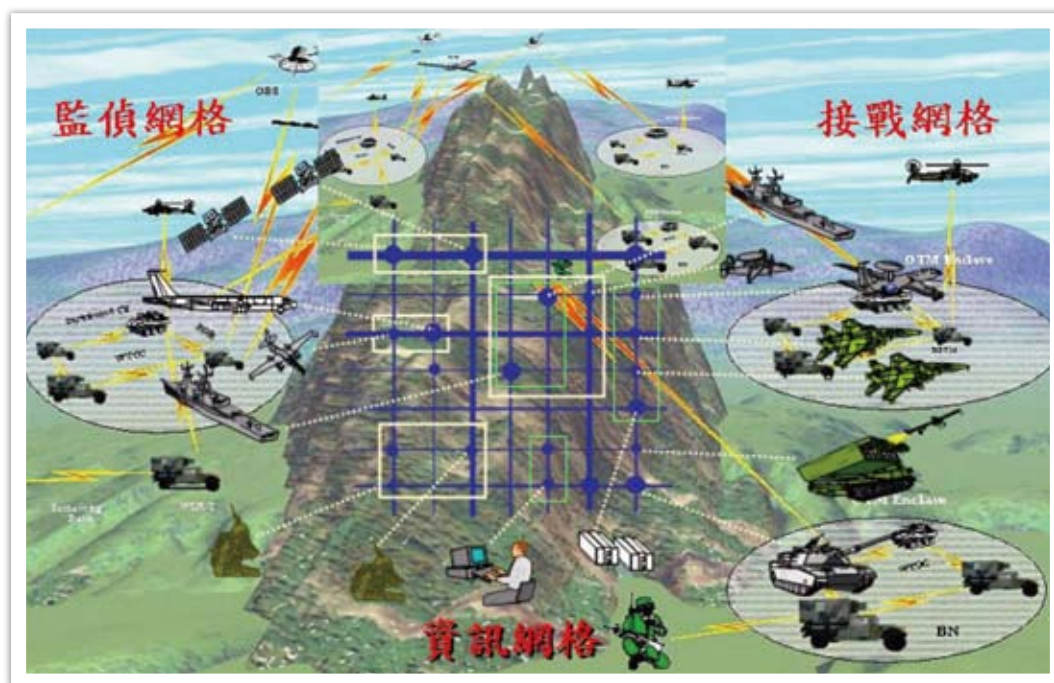
在資訊時代所造成之改變，也面臨許多在指揮與管制上新的挑戰，在資訊時代，傳統多層級指揮管制這是不被允許的。新的指揮手段及新的指揮體系需要有效促使組織扁平化、模組化、開放指揮系統之資訊通路及促使組織加快指揮速度，以因應敵軍行動，爭取主動。

在戰場上指揮與管制是一個反覆進行的決心下達程序如OODA⁶（Observe, Orient, Decide, and Act），由於資訊時代在硬體上各類武器系統、資通訊基礎設施、偵測系統等效能之提升，改變了作戰架構，實則亦壓縮了空間與時間之延續性，使作業程序從傳統線性序列關係演化

4 <http://www.channelmaker.com.tw>

5 耿詩婷、官明穎，〈電子化政府與雲端科技應用〉《研考雙月刊》，第34卷第4期，99年8月，頁2。

6 Edward waltz, "Information Warfare principles and operations", Artech House Publishers, 1998.



圖三 網狀化作戰概念圖

資料來源：摘自C⁴ISR系統概念簡報。

成非線性程序處理模式⁷。

自古戰役中，常常充斥著「戰爭迷霧」所產生之不確定感，而戰爭之摩擦則是將指揮官之企圖轉化為具體行動之困難度。雖然資訊時代並不能消除「戰爭迷霧與摩擦」，但是肯定的是可以降低不確定感之程度。

(五)網狀化作戰型態之轉換

網狀化作戰著重於系統整合，進而發揮聯合作戰之效能。無論從商業或軍事角度上，存活之主要依據是如何創造優勢與獲得競爭力，這端賴於價值與效益。「麥考非定律」⁸正好說明這個結果，

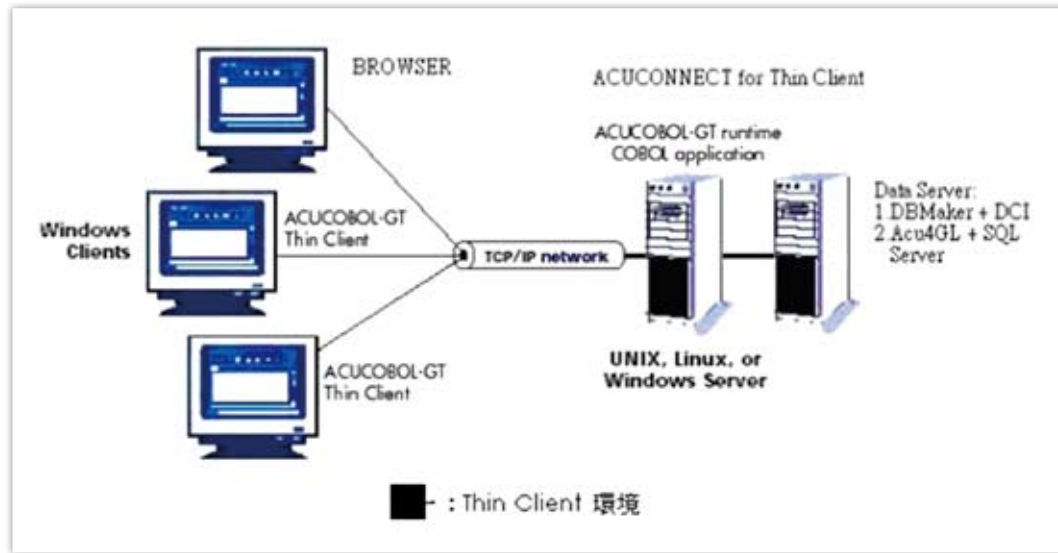
「當網路上的節點數量呈現性增加時，即網路『價值』或『效益』的潛力呈幾何級數增加，增加之程度是網路節點數量之平方」。

二、網狀化作戰之架構

網狀化作戰之架構可從作戰任務、作戰模式及組織等三方面凝聚。雖然資通訊科技可以創造資訊優勢，但網狀化作戰並非僅侷限於技術層次，而是廣泛涵蓋資訊時代的所有軍事狀態（任務功能項目）。因此，從組織、任務與作戰模式作為探討網狀化作戰之架構，進而探討實際作法。

7 陸軍軍事譯粹編審委員會，《陸軍軍事譯粹選輯第十輯》，90年12月，頁119。

8 "Metcalf's Law, Web 2.0, and the Semantic Web", <http://www.cs.umd.edu/~golbeck/downloads/Web20-SW-JWS-webVersion.pdf>



圖四 Thin Client架構

資料來源：摘自 www.channelmaker.com.tw

從網狀化作戰之定義：「主要是藉由各作戰實體之有效鏈結或網路連結以提升戰力，其特性在於經由自行同步及網狀作戰模式，以提升分散部署兵力之情蒐作業（戰場知覺）能力，並有效加以利用以達成指揮官之意圖」⁹，作戰模式與傳統作戰環境相較，具以下特性：(1)打破距離限制；(2)網路資源多元化；(3)指揮管制方式互動化；(4)部隊間合作緊密性。

在資訊時代所面臨的戰爭是非傳統式作戰模式，在戰場上呈現以非接觸性、非對稱性與非線性的「三非作戰」型態¹⁰，為此必須要掌握資訊優勢始能立於不敗之地。由於網路基礎建設之進步，始得以達成資訊同步化，提供更精準、適切性與即時性之資訊，致使組織上指揮層級趨於模糊而扁平化，更容易達成指揮官作戰意

圖，相對於任務功能項目亦作大幅度之調整。同步互動之架構圖如圖五。

網狀化作戰主要之架構是任務功能項目，其意涵在於資訊本質及資訊之分配與運用。這就包含作戰構想、指揮手段、組織、系統及具備所要之專業人員，相對於準則、編組、訓練、軍品、領導統御及人員。分述如下：

(一)作戰構想：建立新任務功能項目程序之第一步驟為策訂作戰構想，要策訂作戰構想，首先要掌握準確之資訊，以分散式網路鏈結型態運用各種偵測系統蒐集可靠之情資。以最適切方式支配敵軍，以達成所望目標。

(二)指揮手段：在網狀化作戰，由作戰空間所策訂之指揮決心及武器載臺須反應作戰空間知識及分發作戰構想所需之時

9 陸軍軍事譯粹編審委員會，《陸軍軍事譯粹選輯第十輯》，90年12月，頁1。

10 「防範敵人滲透破壞，確保國軍整體安全」，國防部97年1月份精神教育宣教主題指導要旨。



間。即使部隊通連受阻或受限時，透過對共同作戰圖像之體認及對指揮官意圖之瞭解，遂行作戰任務。

(三)組織：網狀化作戰之編組型態係依據資訊優勢架構所策訂之作戰構想與指揮手段，其特色是靈活、彈性，甚至虛擬化，可掌握隨時反應之時間。

(四)資訊基礎設施系統：為能掌握資訊優勢，首要建立可以遂行作戰任務主要目標資訊流通之資通訊鏈路及資通訊基礎建設，以提供適度之頻寬、處理能力、資訊儲存、決策支援等功能。

(五)人員：資訊時代之潮流下，資通訊技術是方法，如何操作使其達到具體成效，端賴人之運用。因此面對新技術時代，當下就是要接受教育訓練，培養與精煉網狀化作戰之觀念與專業技術。

三、網狀化作戰之作法

在進入資訊化的時代，「數位化戰

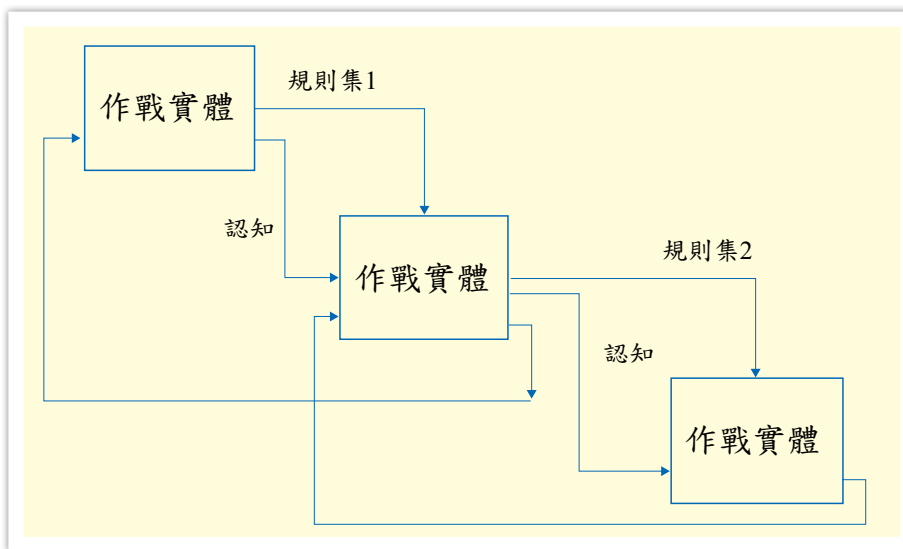
場」勢必是未來戰爭的型態。中共於波灣戰爭後，鑒於現代戰爭是打高科技戰爭，而且是以數位化資訊技術為基礎之數位化戰場。具體實現網狀化作戰之作法就是遂行「數位化戰場」模式。

在遂行網狀化作戰之務實作法上，需要採取與資通訊技術進步及技術程序同步發展軍事戰略與準則之方式。此外，為避免造成指揮與管制之混淆與不協調，在發展網狀化作戰時要確定任務功能項目之內容與運用。因此，在發展網狀化作戰之作法上需要有一套密切結合之程序，如：(1)促進對資通技術新功能之瞭解；(2)培養軍事事務革新之觀念；(3)加速測試及修訂這些概念；(4)置重點於任務功能項目之發展與運用；(5)人員訓練。

網狀化作戰資通基礎建設

網路所帶給使用者感覺是世界真小，不但縮短了地球上各地之距離，就連在外太空，太空人亦可以輕鬆上網，美國太空人克里默於2010.01.20登上國際太空站之後，就一直與地面飛行管制人員合作建立網路連線，他的努力終於獲得回報，22日首次從太空傳回推特（Twitter）貼文，此次是直接從外太空克里默的電腦連上Twitter網站¹¹。

從上述例子瞭解網



圖五 同步互動架構示意圖

資料來源：摘自《陸軍軍事譯粹選輯第十輯》，頁129。

11 <http://only-perception.blogspot.com/>，2010/01/20

路基礎建設訊息傳送之影響力，尤其是Thin Client分散式架構，減輕了系統之鈍重性，進而提升部隊之機動性及訊息分送之即時性。當今Thin Client分散式架構亦逐漸進步至雲端運算架構，部隊的電腦變成只是溝通的工具、現代化的圖形顯示終端機。當使用者使用雲端中執行的任何應用程式時，只要從遠端網路登入、自訂，就可以開始使用雲中的任何一種處理伺服器，這就是雲端運算的強大能力（如圖六）。雲端運算之「雲」代表的是龐大的運算力，整合了各種不同的應用伺服器主機的運算力，提供使用者應用服務。

在網狀化作戰所建構之資通訊基礎建設之基本概念如后：

- 經過驗證的網路服務整合。
- 可達世界級的服務傳遞（因為國軍網路是封閉性網路，只能在國軍網路達到透通性）。
- 不需安裝任何硬體和軟體（簡易、機動）。
- 部署時速度更快，風險更低。
- 支援深入自訂（客製化）項目。
- 加強設備使用者的能力。
- 為C⁴ISR系統預先建構、預先整合的應用程式。

在網狀化作戰資通訊基礎建設中，數據鏈路為聯合作戰傳送「共同作戰圖像」的重要工具。所以若要瞭解共同作戰圖像之運作，首先就必須瞭解數據鏈路。國軍聯合作戰使用聯戰系統，其構連三軍之資

通訊數據鏈路為「共同作戰圖像」網路設計之基礎，也可以說「共同作戰圖像」通資架構網路是依據數據網路運作之方式而設計。聯戰系統所使用之數據鏈路則是美軍發展之「Link-16」¹²。「Link-16」網路傳送及接收均為數據型態之資訊，這些數據資訊使用「J訊息」格式傳遞包含語音、資訊等作戰情資及指管命令。不論是作戰指管中心（Command Center, C²）、監偵系統（Sensor），或是武器載臺（Shooter），在「預先規劃」的時槽（Time Slot, TS）內傳送數據資訊，其他只要在視距通信範圍內（LOS）的「Link-16」載臺或作戰中心，均可藉由「Link-16」數據鏈路之資料交換功能可達到「同步」分享其傳送之情資給相關部隊應用，圖七顯示C⁴ISR資訊流藉由Link-16作為資訊交換之數據鏈路模式¹³。

一、陸軍網狀化作戰通資基礎建設之準備

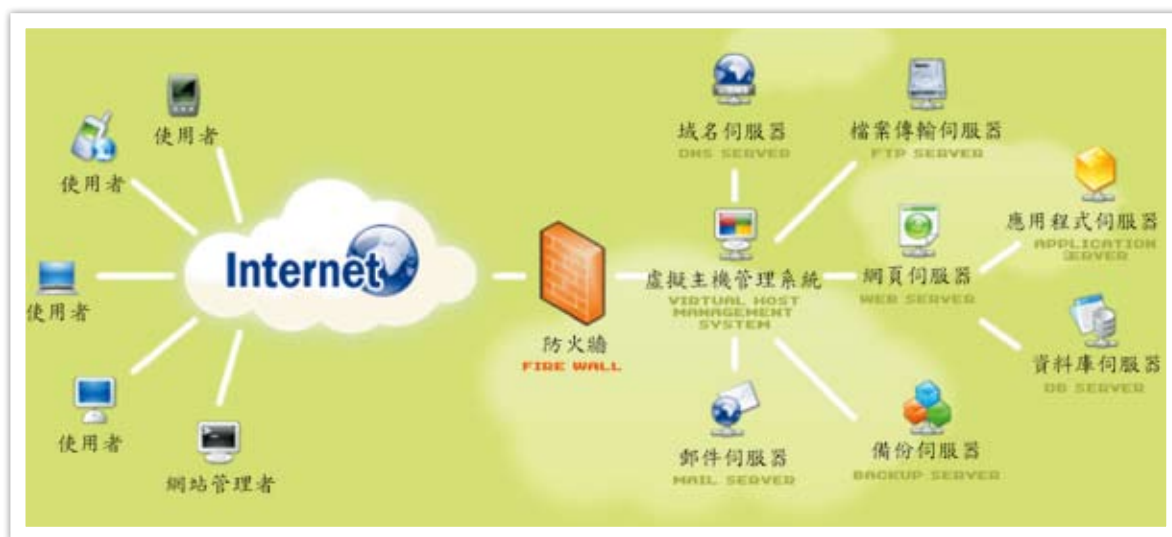
（一）陸軍數位化通資指管系統之類型

陸軍數位化通資指管系統實則上接聯合作戰指揮系統，對下則以人工方式作業，自2001年起，陸軍已陸續在旅營連各級部隊嘗試數位化指管系統建置與測試，例如在通資基礎建設上，以陸區系統為核心介接國軍光纖系統與戰術通信系統、旅營指揮所自動化設施之規劃與驗證、旅營級戰術通信系統整合進階設備介面（IAD）¹⁴之設計與驗證等努力；另就戰場管理資訊系統雖提供部分功能，但亦起步建置自動化指管系統。因此，就整體上

12 陸軍軍事譯粹編審委員會，《陸軍軍事譯粹選輯第十輯》，90年12月，頁197。

13 李靖海，〈從美阿戰爭資訊化作戰看國軍資訊戰發展〉，臺灣英文新聞股份公司，91年9月，頁158。

14 鍾榮翰，〈應用整合進接技術構建陸軍戰術資訊網路〉《陸軍通信兵91年度戰法研討會論文集》，91年11月，頁3-2。



圖六 雲端運算技術架構

資料來源：摘自web網站系統isre@l.com

來看，陸軍已規劃了數位化通資指管與作業平臺之架構。

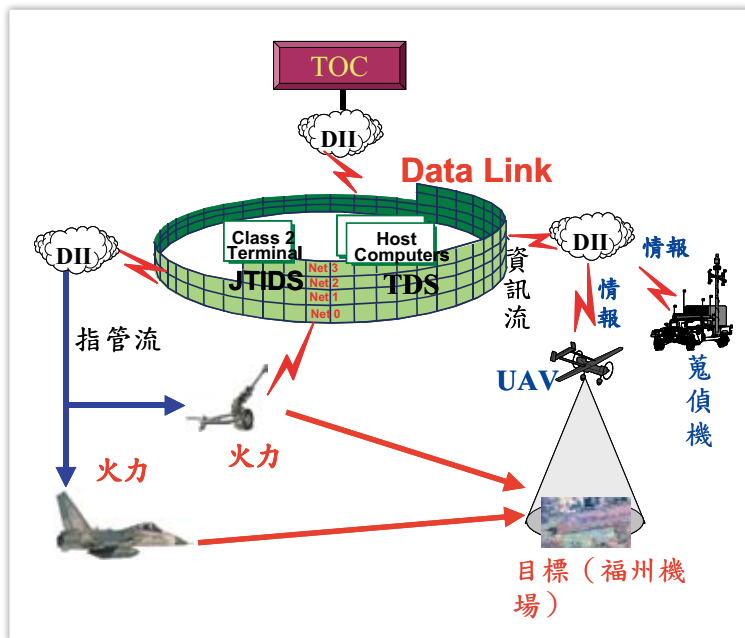
新一代聯戰指管系統（C⁴ISR），因應聯合作戰之需求，C⁴ISR指管系統整合了國軍戰略單位武器載臺、監偵系統、指管系統，在資通訊基礎建設而言，則建置了以聯合戰術情資分送系統（JTIDS）及其資通鏈路標準協議之Link-16作為資料整合與分送資料鏈一體化、同步化，這亦是C⁴ISR計畫的關鍵設備。此系統不但使國軍可進行聯合作戰，同時可將臺灣與位於東亞之日本、韓國形成一體化，一旦東亞或臺灣海峽發生戰事，國際聯合作戰模式即可發揮作用而不至於再發生單打獨鬥，互不往來之情事。

（二）陸軍數位化旅通資訊基礎建設架構

傳統通訊限於頻寬限制，以語音及數據通訊為主，傳輸資料量小。然現今資訊化世代，網狀化作戰所需要之通資訊，已是語音、數據、圖像三合一之多媒體內

容為主。目前陸軍通資訊之基礎建設現況簡述如后：

陸軍編制已朝機動、輕便、快速部隊為導向，因此，在資通訊基礎建設則是講求靈活、網路化與數位化。陸區系統雖是應用戰術級單位，但是從功能上陸區可作為鏈結作戰區或是對旅（營）級資通訊入口（Access Point），在硬體設備而言，它是鏈結有無線電不同型式資通訊設備（如光纖、衛星、37A、多波道、EHF無線電等）；在軟體應用而言，則提供資訊互通、共同圖像訊息（如指管、火協、情資與後勤等）。基於陸區系統是處理數位化格式訊號，但是要如何鏈結傳統類比格式訊號之裝備（如多波道CTM218、超高頻RT524等），或是T1/E1不同傳輸協定之整合，使其發揮資通訊入口之重要功能。圖八是寬頻模組驗證之系統架構設計概念，這是應用在某次演習時提升戰術資通訊傳輸能力之成功驗證實例。圖九是寬頻模組結合多波道CTM218通訊系統提升



圖七 C⁴ISR資訊流分送示意圖

資料來源：作者自繪。

傳輸頻寬系統驗證架構圖¹⁵。這是一次結合軍中通資幹部與民間產業共同合作提升戰術資通訊系統能力成功之實例。在技術上陸軍學習了資通訊先進技術能力，在成本上較外購節省許多經費。

(三)陸軍監、偵系統建置之類型

監視與偵察兩者分別擔任不同之角色與任務，前者所使用之設備以靜態方式，較被動的獲得目標物之動態訊息，一般監視距離屬長程防衛性之作為；偵察則屬入侵、主動式方式，搜尋目標物動態訊息。目前陸軍可使用之監偵設備說明如后：

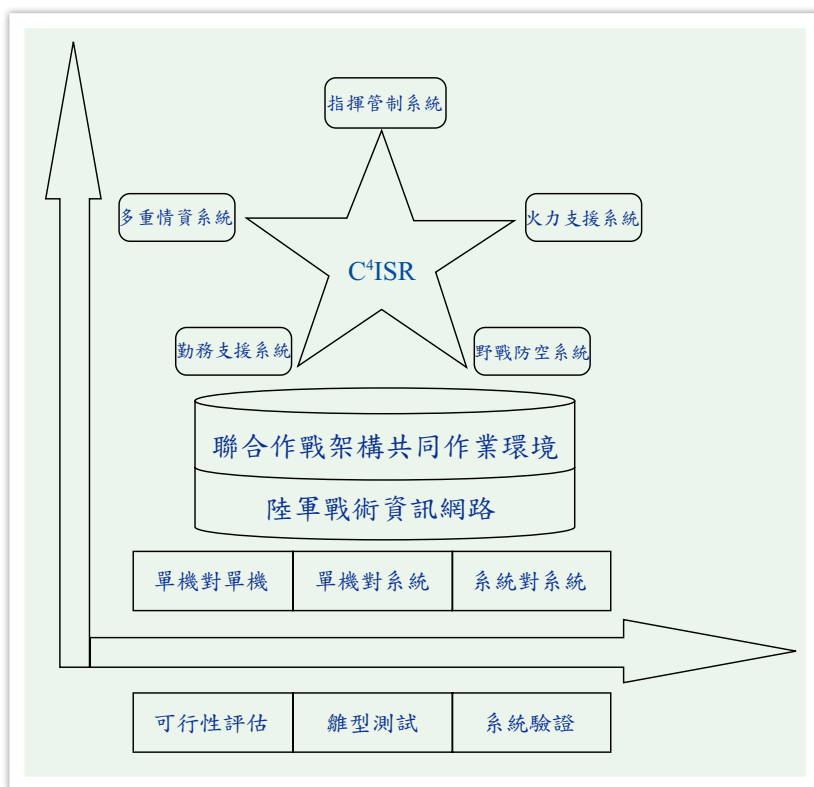
1.「華衛Ⅱ號」小型對地觀測低軌道地球同步光學遙測衛星圖像解析度達2公尺以上，可協助偵蒐地面2公尺見方面積

之目標物清晰可見。接著又進一步發射6顆微小型「華衛3號」衛星，可提供軍事觀測氣象預報，同時以微小衛星座和先進的無線電掩星技術，拓展GPS的新應用，改善觀測範圍和資格的準確性，對掌握戰場天氣及地面定位精度有很大之幫助。除「華衛Ⅱ號」自主性之衛星外，商用遙測衛星如Quickbird、IKONOS等皆有很高之精度，陸軍可訓練相關衛照影像專業人才，提供軍事設施、兵力集結與氣象觀測等情資，作為情研分析之參考。圖十是商用遙測衛星IKONOS的1米遙測偵蒐影像。

2.通信偵察技術是指利用無線電收音設備或其他接收設備（如竊聽器），通過截獲、分析和識別敵方信號，以獲取敵方無線通訊裝備所在的空間位置以及工作頻率、功率、信號形式與特徵等資訊的技術。通信偵察系統通常由接收天線、接收機和終端設備等三部分組成，可對無線電信號實施截收與測向之戰術機動電子戰偵測系統，應用在情報蒐集及敵人部隊位置之判定，以達早期預警之功效。

3.在電子戰戰術運用上除偵測機系統裝備可作為情報蒐集及敵人部隊位置之判定外，為保護部隊通訊安全及癱瘓敵人通訊，另建置通訊干擾機，這亦就是遂行電子戰攻擊任務。電子戰運用所使用之設備主要是雷達系統及通訊裝備，其次則是光學、紅外線等感測方式。通訊裝備製作電子戰模式較符合陸軍機動、任務及人員熟

15 鍾榮翰，〈應用整合進接技術構建陸軍戰術資訊網路〉《陸軍通信兵91年度戰法研討會論文集》，91年11月，頁3-20。



圖八 寬頻模組驗證系統架構

資料來源：摘自通信兵91年2月戰法研討會論文集。

悉度，圖十一係簡易電子戰作戰架構示意圖。陸軍可以就通訊電子戰（通訊干擾、通訊偵蒐）先行研製。

二、陸軍網狀化作戰指管、監偵、打擊等資訊一體化鏈結之作為

(一)數位化戰場

在進入資訊化的時代，「數位化戰場」勢必是未來戰爭的型態。以數位化資訊技術為基礎之數位化戰場。遂行「數位化戰場」的八個要素：

1.形成立體偵察系統

綜合利用偵察衛星、無人飛行載具、偵察直升機、裝甲偵察車、車載及單兵目標定位儀等多種手段，形成全方位立體偵察，並對戰場運用無線電通訊技術進行監視，提高情報獲取能力，並蒐集敵

方部隊頻率（電子戰部隊）可定位敵人位置，數位化旅重點在於情資整合，預警在先，整合運用武器載臺，發揮急速整合、精準打擊之目標。

2.全方位情資分析系統

從前方偵蒐設備分送情資至後端，透過高速電腦及專業軟體，可迅速整合各監偵系統之情資，並加以分析研判，使指揮官能即時掌握正確敵情狀況。

3.指揮管制中心系統

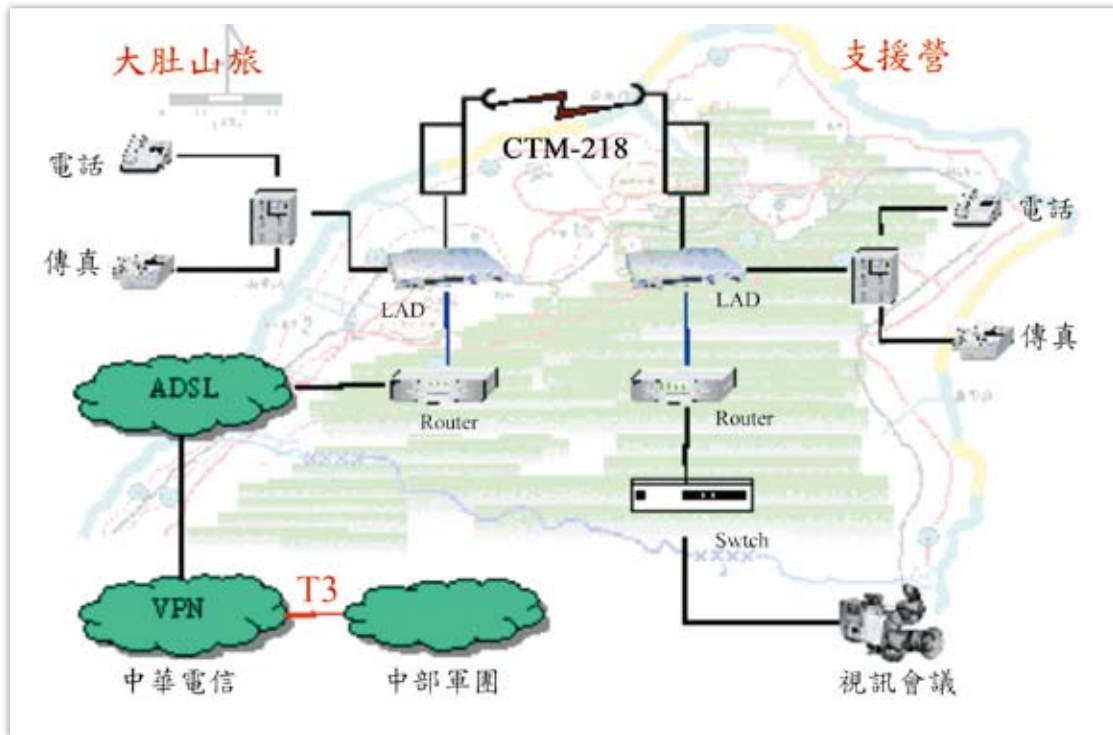
指揮管制中心之參謀或指揮官透過數位化設備，可以快速、準確的運算及傳輸各項資料，擴大其視聽距離及增強分析判斷能力，從而提高作戰效能。

4.自動火力控制系統

指揮管制中心在掌握必要情報後，即擬定作戰方案，經由自動火力控制系統、資訊傳輸系統迅速傳達，並顯示在執行命令的終端設備上。自動火力控制系統不僅能控制單個及多個武器，而且能控制包括警戒設備、目標分配設備、導引設備和殺傷破壞性武器在內的整套武器系統，使指揮管制系統從瞭解情況到判斷打擊效果，在極短的時間內實現自動化，達到快速、精確打擊目的。

5.戰鬥勤務支援管制系統

運用地理資訊系統及資料庫，以完整的自動化、數位化及繪圖能力，迅速整合後勤及戰鬥情資。它提供了影像分析測繪能力，可將衛星及空中載具掃描影像資料，經由地理資訊系統操作員進行地形、



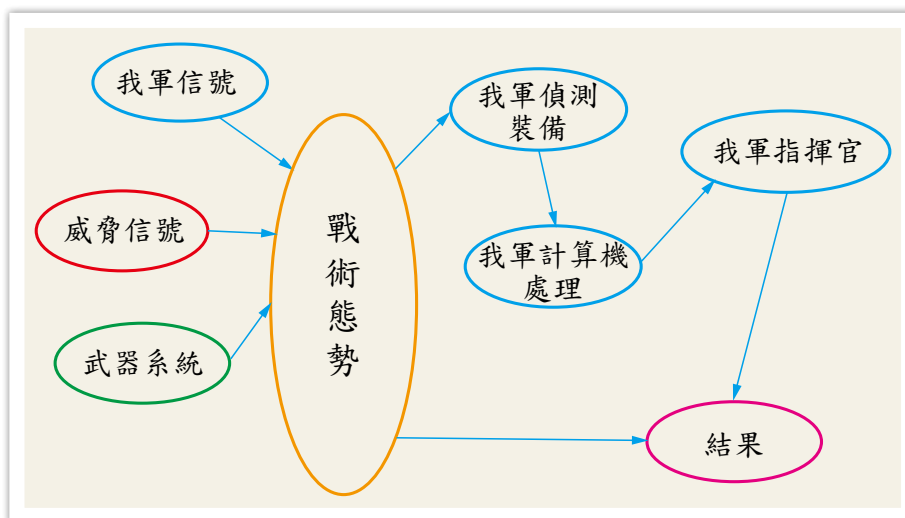
圖九 CTM218寬頻模組系統驗證架構圖

資料來源：摘自通信兵91年2月戰法研討會論文集。



圖十 IKONOS 的1米遙測偵蒐影像

資料來源：摘自杜德銘國科會計畫，87年。



圖十一 電子戰作戰架構示意圖

資料來源：摘自《電子戰建模與仿真導論》。

地物及屬性分析，進而獲得可靠情報，以供指揮官決策運用；另可利用此系統，準確報告武器裝備損耗情況和標明損壞戰鬥車輛位置，提高游修與各類後勤補給效率。

6. 機動安全網路系統

現代無線數據通訊網路已架構多種通信管道之數位傳輸網路，提高信號傳輸效能和抗毀能力。下一代的移動通信網路是全新技術的網路，這些新技術包括支持Ad Hoc¹⁶網路應用的可快速展開並具頑存性的動態組網技術、移動多媒體網路的連通性擴展技術和基於無線的IP、ATM、ISDN、X.25網路接入與互連技術等。

7. 資訊安全系統

資訊技術可大幅改善蒐集與儲存之資料，經由處理及分析來創造資訊，並

廣泛分發（如C⁴ISR為例）。在資通訊時代，展現權力與力量之工具不僅是武器載臺，資訊亦是具有某種神奇的力量與權力，只是這個力量與權利不像武器載臺是外顯，反而常常是隱匿不宣，且資訊武器較精準武器平臺要容易獲得（以臺灣高中生就可以當駭客入侵網路及破壞電腦系統等例子），但其破壞之影響卻是遍及全球性。致使世界上

一些國力較弱之國家敢製造敵意，這亦就是利用資訊戰發展不對稱作戰之最佳武器。

8. 整合陸軍C⁴ISR系統戰力

戰場上要達到資訊流傳輸通道之暢通，作戰平臺及訊文格式要統一主要是關鍵。載臺與載臺之間只傳送基本戰況體認（我、敵、友軍位置）部分，資料量不大，所以設計以VMF¹⁷（可變式訊文格式，Variable Message Format）之格式實施傳遞。在旅營指揮所部分，除了基本戰況體認外，另需傳遞計畫與命令、情資、勤務支援及火力協調等資訊，所以需求中流量之MTF訊文格式。由此可知，不同的訊文格式運用於不同層級，其目的在於有效運用頻寬，達經濟、快速之目的。

(二) 戰術戰法運用

16 何云珍、孫增友，〈無線自組傳感器網路研究與應用〉《東北電力大學學報》，95年12月，頁78。

17 楊猛、田暢〈VMF的發展前景展望〉《四川兵工學報》，第30卷第1期，98年1月，頁110。

國軍以「打、裝、編、訓」為建軍指導原則，而戰術戰法之運用決定裝備之選用。以通資訊基礎建設而言，在資通訊技術不斷進步下，如何擬定適用於陸軍網狀化作戰原則之通資訊基礎建設則是重要課題。依個人淺見，提出下列建議，敬請參考：

1. 資通訊設備以機動性、安全性、無間隙、高存活性及多媒體資訊傳輸、快速通連為主。陸軍以地面防衛作戰為主軸，在臺灣地狹人稠，建築物林立之環境下，作戰部隊以提高機動力為主要考量。因此，建議多利用陸區資通網路入口整合功能，鏈結對上、下部隊之通訊鏈路。營連級部隊儘量使用多跳頻數、網狀式（Mesh）拓樸架構（Ad Hoc網路協定）之超高頻（VHF）無線電機，預先架設通訊中繼點，延伸通訊距離。運用陸區頻管系統，慎選中繼臺（AN/MRC-524）電臺，促使其與各部隊連絡時通信。另新式超高頻跳頻無線電機具有加密與無線網狀網路（Mesh）拓樸架構（Ad Hoc網路協定）功能，可保障部隊進行話音、資料和圖像資訊的交換。並附有高功率中繼設備，可使部隊能克服偏遠地區、山區，以及其他障礙，實現全維度的通信能力。

2. 通資訊網路技術運用

(1) 建立組網通連架構：在旅級（含）以上戰略層級，使用國軍光纖網路及陸區網狀化有、無線電通連架構，在戰術層級，利用新一代超高頻無線電機，構成無線通資訊網路。在旅營級多波道通訊鏈路中可利用整合進接設備（IAD）轉換技術，可提升數位化能力、傳輸頻寬，提供更便捷、快速、資料交換能力。在歷次演習驗證中發現因為數位化資料量增加，造

成資通訊傳輸頻寬不足，因此，建議使用IAD通訊介面轉換技術，可提升頻寬，增加資訊傳輸量。

(2) 建立多重備援機制：掌握陸軍各級部隊通裝及網路技術之運用外，並與資電部負責國軍通資訊資源介接及有效運用民間豐沛之資通訊資源與網路服務供應商（ISP）之技術，達成平戰結合之目標。

3. 通訊電子戰

(1) 雖然雷達與通訊裝備在頻率分配上不同，皆可運用在戰場上之電子戰作為。陸軍尚無監偵系統裝備，但可從較簡單之通訊電子戰起步。通訊電子戰可遂行電子防護、電子攻擊及電子支援，除了無線電通訊機外，在後端還要建置各種頻率與信號特徵資料庫，當接收到前端無線電機分送之情資後，可以迅速地比對、辨識與分析。

(2) 在電子作戰中無線通訊除了上述之硬殺外，善用頻譜管理亦是電子戰重要之工作。以歷次演習經驗，往往因頻率不足而造成通連上之困難，因為頻率資源有限，因此，地面部隊除了檢討不需要之頻率外，更應重視頻譜管理。頻譜管理在先進之通裝，如陸區系統與新式超高頻無線電機，都有頻率管理軟體，提供頻譜官做好最佳頻率之分配。尤其是在作戰前要對戰場中複雜電磁環境做好事前資料蒐集之準備，並輸入至頻管器內，可預先規避會受干擾之頻率，爭取資電優勢。

(3) 反制衛星監偵作業。

(4) 強化偽裝欺敵觀念

中共目前已有17顆偵察衛星，且已發展出光電耦合感測器及星載合成孔徑雷達，均具有圖像資訊及對地即時傳輸技術，且積極尋求俄羅斯提供更精密偵察衛



星取得之立即軍事資訊，對我形成重大威脅。中科院已研發出各種偽裝塗料或材質，可應用在防護政府重要地點及軍事設施被敵偵測，減少被直接攻擊之危險。

(5)干擾衛星接收作業

購置或研製干擾敵衛星接收設備，平日做好干擾敵通訊之模擬演練，戰時則可干擾敵衛星通信，以減低敵衛星偵測作業對我之危害。

發展網狀化作戰之預期效果

由於資通訊科技之進步，從外部之角度來看，促使了系統整合之容易性，達成系統鏈結一體化、同步化與即時性之目標。從內部來看，對組織運作、成本與風險之抑制、精準之製造與派送及集中後勤等效能，顯示出資訊優勢在戰場上制敵機先、準確指揮、殲敵於視距之外之影響。在整個軍事事務革新之過程上，從資通訊科技之進步開端，帶動了數位化部隊之組織與功能，最終是完成了網狀化作戰模式形成資訊優勢之作戰效能。因此，發展網狀化作戰之預期效果說明如后：

一、從數位化整合效能，引領陸軍幹部認知未來網狀化作戰的必然趨勢，並具體瞭解傳統陸上作戰與在網狀化條件下作戰的差異，俾利相關戰法研究、準則發展、戰法驗證等諸般配套作為的進一步推動與落實。

二、從資通訊基礎建設，完成鏈結監偵系統、分送系統、武器系統與指揮管制系統等各系統之通訊介面、傳送相同之資訊格式，完成自動化作戰模式，這是令人驚嘆之成就。

三、為求達到網狀化作戰目標，促使產官學研各界智慧之匯集，同步帶動產業

界數位化、自動化之進步。

四、作戰型態從獨立作戰為主轉變為聯合作戰模式，無論是縱向或橫向之支援縮短時間與空間距離，充分掌握戰場知覺之效益，增加存活率。

結 論

網狀化作戰概念從網狀化作戰之意涵及架構與作法開始說明其整體藍圖，在這概念下所有系統資訊交換之過程、內容格式皆藉由資通訊技術之整合，因此，網狀化作戰模式實則就是數位化作戰之實現。

資訊第三波革命，帶動了全球科技之進步，亦掀起推動「軍事事務革命」之浪潮，基於「軍事事務革命」在戰場上之應用，涵蓋了系統架構、作戰架構與技術架構等多面向。藉由資通訊科技將各種監偵、武器與指管等系統鏈結，達到戰場情資即時性、一體化、同步化之目標。雖然美國防部2010中國軍力報告中指出，海峽兩岸之武力傾斜日益明顯，但是只要掌握了資通訊科技及結合產官學研在網狀化作戰架構下持續發展地面作戰武力，以網狀化作戰概念建構數位化作戰部隊能力，並同步規劃發展準則及模組化（組合式）訓練幹部與操作手，使準則、訓練與系統發展相輔相成，相互相得益彰，必能發揮武器系統最大之功效。雖然各種高科技之新式武器能傷敵於千里之外，但相對的也帶來了高風險。俗語說「水能載舟，亦能覆舟」，稍有不慎，所受到之傷害性亦大於以往。因此，落實通資安全是保護自己最佳的方式。

收件：99年10月25日

修正：99年10月28日

接受：99年11月4日