

測繪科技在軍事上之運用

上校 歐誌中、上尉 石銘忠

提 要

一、測繪科學是一門古老的學問，從人類文明開始時就產生但不管時代如何改變，科技如何進步，測繪技能仍深深的影響著人類世界的每一個環節，而且是有增無減。隨著科技的躍進，測量在近幾世紀內，在測量的方法、測量的儀器及製圖的技術上有很大的演進。

二、在近代的戰爭中均具有速戰速決趨勢，如英阿福島之戰持續七十三天，第一次波灣戰爭進行了四十二天，地面作戰僅一百小時，第二次波灣戰爭進行不到二個月時間戰事即已初步底定。是故贏得時間即為贏得戰爭勝利的必要條件，也是現代測繪科技支援作戰的重要目標。

三、我國軍為因應現代戰爭形態的改變而提出兵力整建計畫，勵行精兵政策，各部隊從人力密集已走向技術密集階段，因此新的軍事戰略、新的建軍思想，做為作戰支援之一的測繪科技支援，也必須隨之而變。

四、國軍測繪技術能量並非缺乏，而是欠缺溝通橋樑及整合機制，若能整合國軍測繪技術能量，並採統一管制、分別管理方式，且針對任務開發各軍種所需之測繪支援系統，如排連級之定位導航系統、營旅級之戰場管理系統等，即可達成戰力整合的目的。

壹、前言：

一、研究動機：

從第二次世界大戰後，世界兩大軍事強國對峙直至蘇聯解體後冷戰宣告結束，雖然新的世界大戰可以避免，但當今世界仍不安定，新的軍備較勁正向高科技領域轉移，以資訊技術、電子技術、太空技術等為代表的現代高科技技術在軍事上的廣泛應用，尤其在八〇年代以來，在世界上先後發生了英阿福島戰役、第一次波灣戰爭、多國部隊在索馬里登陸及第二次波灣戰爭等戰爭顯示，現代高科技條件下的區域性戰爭今後將成為人類戰爭的主要形式，也為我們研究測繪科技支援作戰的特點提供了客觀背景和參考，作為今後因應台澎防衛作戰測繪科技支援之軍事運用與其重要性，提出有力的論證及今後努力的方向。

二、研究目的：

在防衛作戰中，如何在第一時間內掌握優勢之空間資訊，達到「戰力整合，精確打擊」之效能。針對國軍幹部對測繪教育推廣，支援兵科戰訓任務之運用，以建立數位化部隊為目標，提供國軍建軍備戰參考。

三、研究範圍：

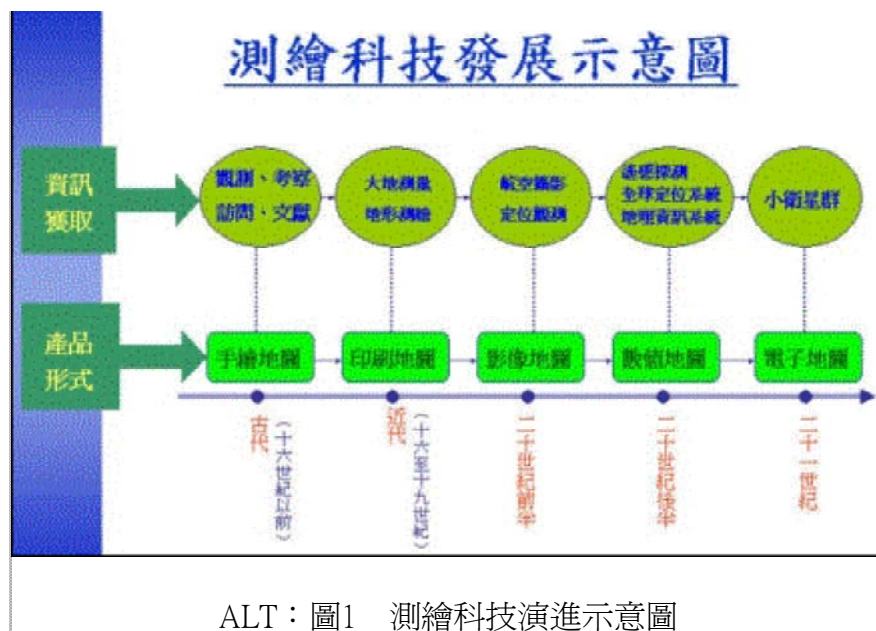
藉第二次波灣戰爭運用測繪科技的例證，探討測繪科技支援作戰特性。並且建立測繪科技作戰新思維，而針對國軍應用測繪科技現況之分析以提出精進作法與建議。

貳、測繪科技領域：

孫子兵法說：「地形者，兵之助也」；「知天知地，勝乃可全」。蔣公曾昭示我們：「地形為第四兵種。地形對作戰的重要性；並不因在核子狀況下而稍有減低，相反的，卻愈顯得重要」。法國名將拿破崙曾表示：「將領不應靠想像描繪情勢，他的情報應像望遠鏡般清楚」。自古以來地形情報在作戰中一直扮演重要的角色，而地形情報的獲得與蒐整，則需仰賴測繪科技支援。

一、測繪科技演進發展

測繪科學是一門古老的學問，從人類文明開始時就產生了，隨著科技的躍進，測量在近幾世紀內，在測量的方法、測量的儀器及製圖的技術上有很大的演進(如圖 1)，如從19世紀80年代起，因火炮射程增大，連測砲兵戰鬥隊形和確定目標位置，開始在戰場上擴展軍用大地控制網，使大地測量成果不僅作為測圖的控制基礎，而且直接用於砲兵戰鬥支援。第一次世界大戰中開始利用飛機進行空中攝影偵察，隨之產生了用航空攝影測量測繪地形圖的新方法，使測圖之速度與質量提高，這是測繪技術的重大發展。第二次世界大戰以後，為保障遠程武器的命中精度，要求建立全球統一座標系統、地球引力場模型，以及測製目標的地形圖，而人造衛星、電子計算機、激光、遙測等科學技術的發展，為全球定位和測圖提供了新方法，開拓了衛星大地測量、航空攝影測量和遙感地圖測製自動化等新領域。



二、現代戰爭型態與軍事測繪關係

現代戰爭型態中武器發展重點非僅重視船堅砲利，而更重視其精準度，故先進各國建軍備戰均以經營數位化戰場為其目標，概將戰場之地形、兵要、陸、海、空目標及兵力予以數位化，並以電腦兵棋圖台方式進行推演或直接傳輸方式下達作戰命令，以爭取作戰先機及戰訓合一之訓練目的；其中軍事測繪技術應用範疇具高技術軍事運用價值者計有，全球衛星定位系統(射控導引、目標導航與船艦定位用途)、衛星及航空影像處理(模擬立體實像、動靜態目標偵蒐及地形判識用途)及軍事地理資訊系統(龐大之數值軍圖資料庫、兵棋推演及協助指揮官下達戰術決策模擬系統)等三大領域，使各國軍事發展藉由高精度的圖資結合指、管、通、資、情、監、偵(C⁴ISR)等系統，提供部隊戰術、戰略運用，成為現代數位化戰場經營必備之基本資料[1]〔註一〕。

註一：聯勤四〇一廠「軍事測繪與高科技戰場」，頁2。

註二：GPS衛星測量原理與應用，儲慶美、曾清涼。

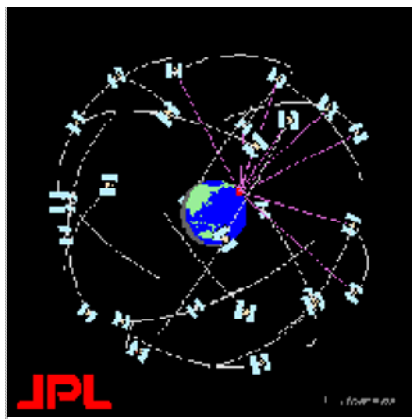
三、3S介紹

本文所要探討範圍包括測繪成果和實施測繪支援兩方面。後者如即時定位、導航監控、數值地圖、武器導引、設備支援等。而這些應用歸納於全球定位系統、地理資訊系統及遙感探測三門學科之結合應用。以下僅就這三門學科簡介：

(一)衛星定位系統介紹：

1. G P S 概述：

係利用GPS接收儀，接收GPS衛星所發出的電波訊號，即可計算出欲測點位置的一種測量方法，配合電子地圖可應用於衛星定位導航。



ALT：圖2 GPS定位衛星軌道圖

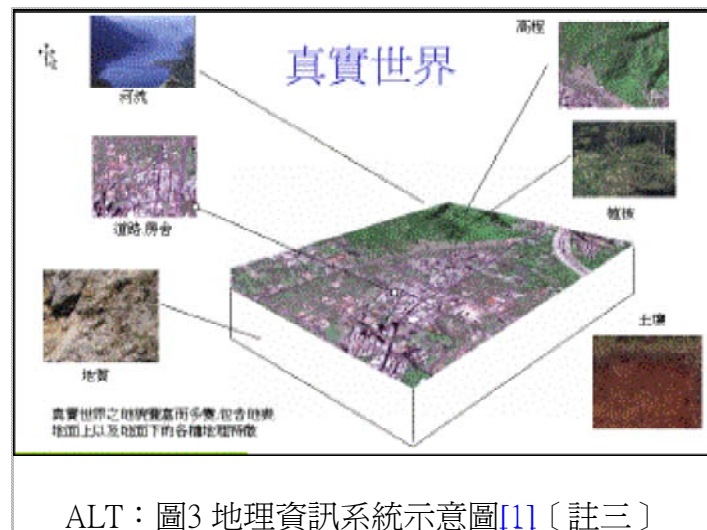
2.應用領域：

在軍事應用方面：偵測攻擊目標、陸上、海上、空中攻擊導航、雷區佈設與排除、武器導引與控制，如巡弋飛彈、精靈炸彈、導引砲彈、部隊指揮、管制與派遣運用〔註二〕。

(二)地理資訊系統介紹：

1.地理資訊系統(GIS)概述：是一套管制空間資訊的電腦系統，它包括空間資訊的輸入、儲存、檢索、運算、顯示、分析和輸出等功能。主要應用於電子地圖製作及空間資料分析(如圖3)。

註二：GPS衛星測量原理與應用，儲慶美、曾清涼。



ALT：圖3 地理資訊系統示意圖[1]〔註三〕

2.應用領域：

在軍事方面：基本圖製作裝備設施管理、後勤支援、彈道範圍管理、警急應變、安全管制、教育訓練、警急派遣、輻射監視、路(航)線規劃、武器火網規劃協調等等〔註四〕。

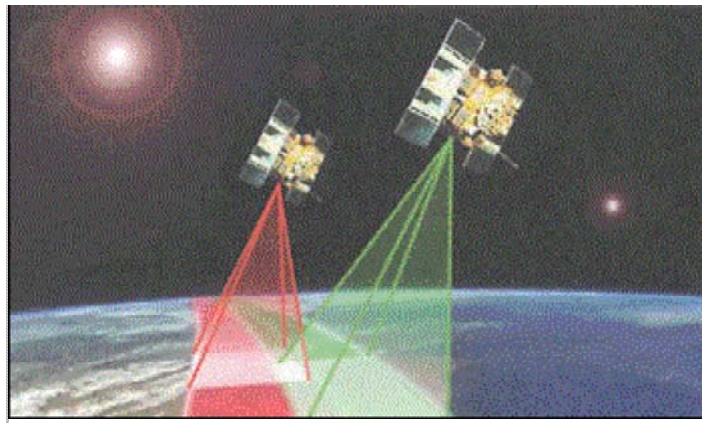
(三)遙感探測介紹：

1.何謂遙感探測(RS)：

係利用飛機或衛星，以各種不同感測器，對地表及其附近的環境蒐集影像，並由影像獲取資訊的一種技術。主要提供電子地圖圖資，並可應用影像處理技術進行判釋。(如圖4)。

註三：ESRI地理資訊系統概論簡報。

註四：地理資訊系統，施保旭。



ALT：圖4 遙感探測衛星

2.遙感探測應用領域：

在軍事應用方面；遙測影像之萃取技術，建立影像情資庫，以進行情資偵蒐、戰場環境建立與監控分析應用、戰場虛擬實境、立體地形圖、軍圖製作等等[1]〔註五〕。

參、第二次波灣戰爭測繪科技運用例證：

一、精確制導有效打擊：

從「第二次波灣戰爭」斬首行動中，美軍於巴格達當地時間三月二十日凌晨發射首批戰斧巡弋飛彈精確攻擊海珊可能藏匿處所及政軍重點目標後，開始揭開了第二次波灣戰爭的序幕。在這一波36小時攻擊行動中，為何導引巡弋飛彈能精確命中目標？可以說是拜導引技術大幅精進所賜，如在飛彈導引系統中加裝GPS接收器，使巡弋飛彈能在飛行過程變更攻擊固定目標及範圍，大幅翻新了現代戰爭的面貌〔註六〕。

而在高科技條件下，隨著航空技術的發展，而巡弋飛彈被發射後，通過制導技術控制可繼續飛行，越過高山和複雜地形，實施精確轟炸(如圖5)。空襲前，先期完成各種偵察手段(如衛星的偵察、影像的判釋)，對對方防禦縱深目標進行偵察和監視，將偵察到的目標圖像與地圖進行比對，然後精確選擇重點打擊目標，將目標方位坐標預先輸入機載電子計算機中，按照預編的程序，對對方實施遠程高空精確打擊。美軍此次在伊拉克戰場上發射的精確制導炸彈如改進型"戰斧"式巡航導彈、鑽地彈等，其最大有效射程達3000千米，巡航高度為海面或地面障礙物上8~152米，誤差為30米。第二次波灣戰爭中，多國部隊投射的精確制導彈藥雖然只佔彈藥總投放量的8%，卻摧毀了伊拉克80%以上的重要目標，其超常作戰能力令世人震驚。因此，在未來戰爭中，精確制導有效打擊，是未來防空作戰要解決的重要課題。認識遠程空襲的作用，既要看到其先進的一面，又要弄清其弱點，找出因應之道，對於贏得未來戰爭的勝利，無疑具有十分重要的意義[1]〔註七〕。

註五：遙感探測理論與分析實務，周天穎、楊龍士。

註六：中共定位衛星發展與應用，陳昆峰，頁2。

註七：「壓制巴格達-波斯灣戰爭十週年回顧」，全球防衛第197、198期。



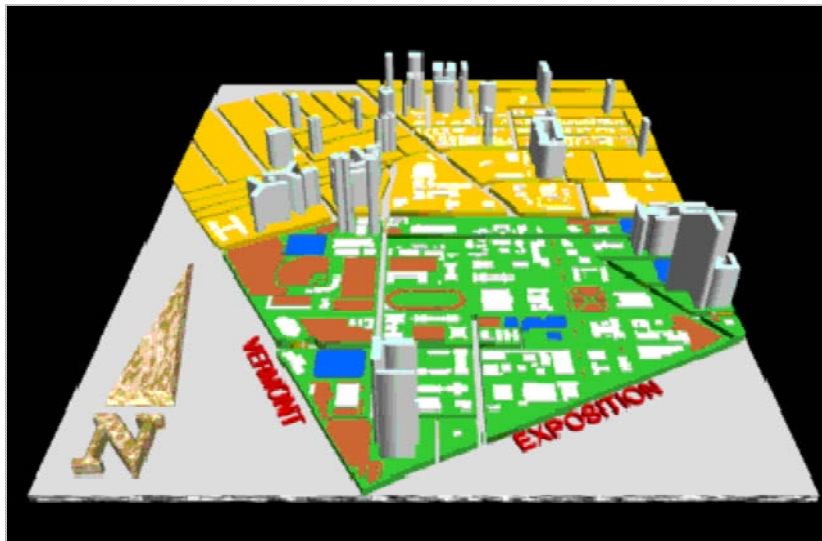
ALT：圖5 巡弋飛彈導引系統示意圖〔註八〕

二、數位戰場模擬實境：

現代戰爭中，對戰爭及每次作戰行動進行作戰模擬，已日趨成爲一種較爲普遍的做法。它實質上提供了一個“作戰實驗室”，在這個實驗室中，利用模擬的作戰環境，可以進行策略和計劃的實驗；可以預測策略和計劃的效果，檢測策略和計劃的缺陷；可以評估武器系統的效能；可以啓發新的作戰思想，能夠精確描繪實戰，真實呈現模擬環境。

美軍從第一次波灣戰爭中體認，作戰模擬在平時固然重要，在戰場上更不可忽視，因而，非常重視發展適應野戰條件下使用的作戰模擬手段。第二次波灣戰爭中美軍研製開發了大量機動、便攜、適應野戰條件的計算機模擬系統和小型化、嵌入式模擬器。利用虛擬之技術，建立以虛擬現實技術爲基礎的戰場環境模擬體系。利用虛擬實境技術，構建虛擬戰場，以其逼真的三維模擬環境，藉助視覺、聽覺和觸角神經，引導單兵或部隊進入虛擬戰場，使他們產生身臨其境的感覺並熟悉戰場環境，訓練戰鬥技能和堅韌的意志。在這樣的環境中，指揮官可以獲得充足的戰場資訊，擁有決策優勢，貫徹各種戰術思想，使他們在近似實戰的複雜環境中提高謀略水準和作戰能力(如圖6)。

註八：全球防衛雜誌207期，頁28。



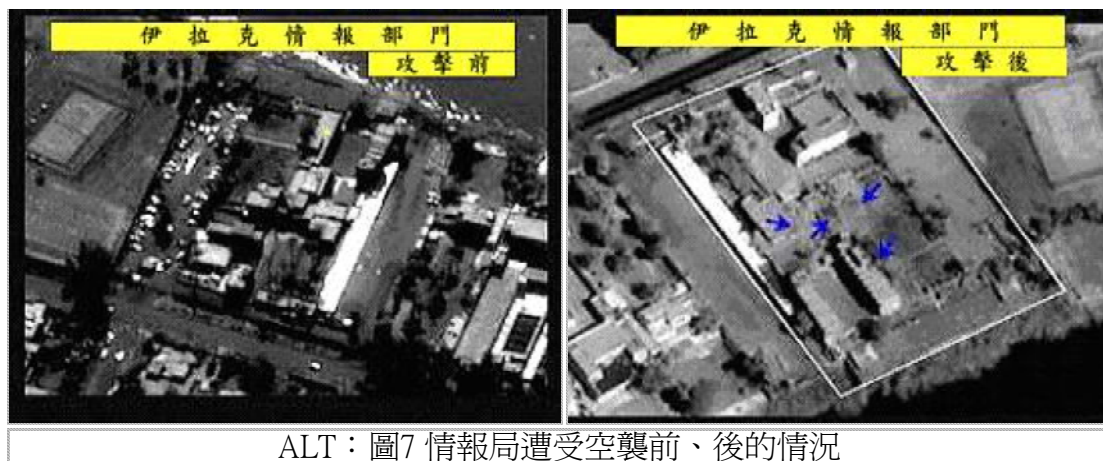
ALT：圖6 虛擬城鎮作戰示意圖

三、遙感探測精密判讀：

美軍所以能夠在戰爭初始先發制人，就是依靠透過衛星獲取的大量情報資訊，應用大量偵察衛星，收集來自陸地、海洋、大氣的各種頻段的電磁波，從中截取有用的資訊，分析、判斷、識別被測物體的性質和所處的狀態。藉由間諜衛星能夠透過各種不同波長來穿透大氣層進行偵察的特性，實施偵照、探測、判讀，以達到情蒐監偵之目的。

第二次波灣戰爭中，美軍利用了先進的衛星遙測及影像處理技術，對巴格達等各重要城鎮進行監控，掌握其重要設施、機場、港口、飛彈陣地等重要目標據點動態，配合衛星偵照、定位、座標標定、精密判讀，精確命中伊拉克重要設施據點(如圖7)。偵察遙感探測衛星的偵照在第二次波灣戰爭中發揮了極重要的作用。軍用衛星的應用不但揭示了其在21世紀“資訊戰爭”中的重要作用與地位，而且也預示著軍用衛星在新的世紀必將出現前所未有的發展趨勢[1]〔註九〕。

註九：21世紀美伊首戰波斯灣環球軍事系列。



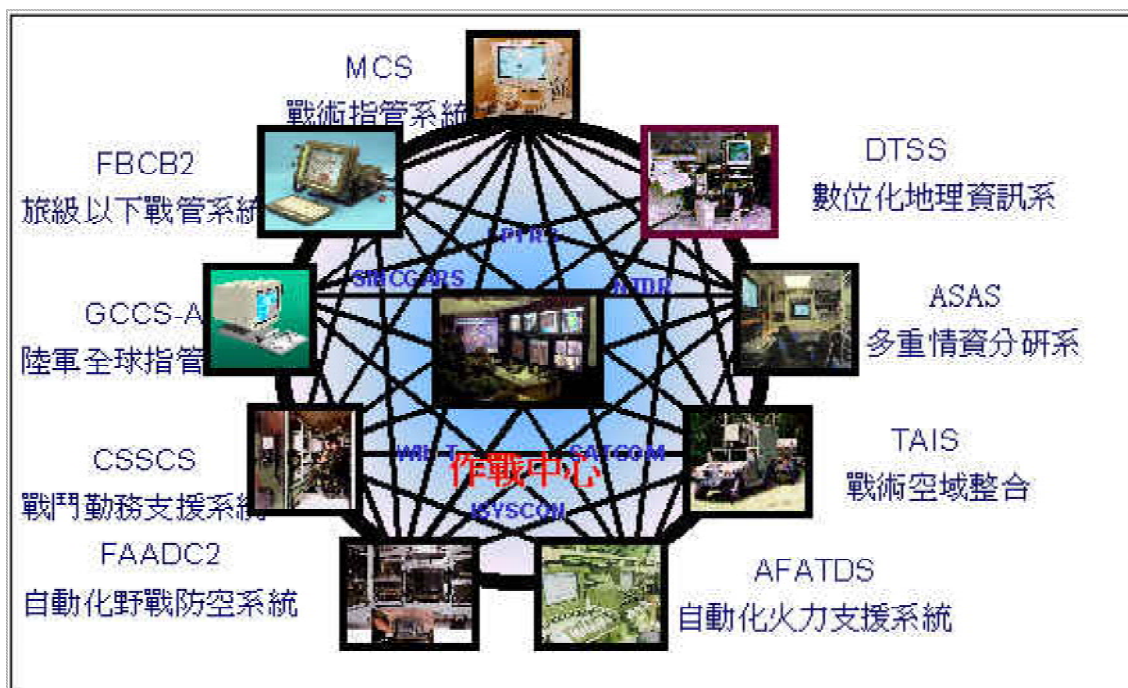
ALT：圖7 情報局遭受空襲前、後的情況

四、戰場管理資訊作業：

美軍針對1991年第一次波灣戰爭後，在發展戰場資訊連結方法上有重大的進步，運用先進科技將作戰指揮、情報傳遞、火力支援、後勤補給、醫療後送等指管系統透過數位化網路連接戰場上所有單位，使從單兵到師級以上的每一個指揮官，都可以即時擁有必要的資訊，可比敵人更快速的規劃和執行作戰與反應，以因應戰局發展，迅速調整部署、捕捉戰機主宰戰場(如圖8)。

戰爭中，英、美聯軍動用全球指揮管制系統作為三軍火力支援管制系統，其系統為整合通信與情資處理之指、管、通、資、情、監、偵等C4ISR系統，提供戰區司令部指揮官掌握美軍於全球各地之軍事行動。並整合陸軍全球指揮管制系統、陸軍戰鬥指揮系統、陸戰隊全球指揮管系統等系統功能，可同時提供陸、海之指、管、通、情、電等作戰管制之運用，並藉太空衛星接收戰場相關資訊，傳送至相關指揮管制中心，隨時更新有關戰場狀況即時的資訊，並以圖像方式顯示在「戰場通用圖像」，發揮武器資訊化、作戰指揮快速即時化、火力殺傷精準化和智慧化的三軍聯合作戰功能[1]〔註十〕。

註十：國防雜誌第十八卷第十四期。



ALT：圖8 C4ISR戰場管理系統示意圖[1]〔註十一〕

肆、測繪科技支援作戰之特性：

一、在時間上提供全程性、即時性特性：

在近代的戰爭中均具有速戰速決趨勢，如英阿福島之戰持續七十三天，第一次波灣戰爭進行了四十二天，地面作戰僅一百小時，第二次波灣戰爭進行不到二個月時間戰事即已初步底定。是故贏得時間即為贏得戰爭勝利的必要條件，也是現代測繪科技支援作戰的重要目標。因為測繪科技可支援於戰爭計劃與準備，貫穿於戰爭過程

的始終，且延伸到戰後的戰場清理。

(一)戰前準備階段：

從研究戰區環境，選擇攻防地形，確定攻擊目標、防禦重點等，以至於實施戰爭準備中，有關兵力的部署、調動和集結，武器的運輸、機動和配置，都離不開測繪支援，尤其在高科技戰爭中，無測繪支援之作戰準備則寸步難行。如第一次波灣戰爭或第二次波灣戰爭作戰行動前，美國國防測繪局就處於緊張的臨戰狀態，先後印製大量的數值圖、衛星影像圖、城市圖、聯合作戰圖及水文圖等地圖，作為戰前規劃準備。

註十一：陸戰院，C4ISR系統教材。

(二)戰爭持續階段：

高科技的戰爭對抗是在高動態下進行的，無論是高速機動的地面部隊或高速飛行的飛機、飛彈，乃至海上的艦艇，都要求測繪科技支援快速反應，提供動態的即時的測繪支援。如第二次波灣戰爭中，美國的導彈預警衛星對波灣地區實施持續的偵測，當伊拉克的“飛毛腿”飛彈升空之際，預警衛星紅外線傳感器會立即發現，然後將其發射陣地或發射點的座標傳輸給在空中的預警機和地面指揮中心，引導“愛國者”地對空飛彈予以攔截和摧毀，並能即時鎖定發射點位置座標，提供部隊攻擊方位。

(三)戰場清理階段：

在戰場清理過程中，測繪支援仍然是不可缺少的。第一次波灣戰爭中，伊軍為阻滯盟軍的進攻，在科威特海岸佈設了一千枚水雷。戰後要消除這些戰爭遺留的隱患，必須採用測量的手段輔助清理，如美海軍爆炸物處理部隊用差分GPS和LAPTOP自動化輔助定位系統(LAAPS)清除了伊軍佈設的水雷。

二、在空間上提供全方位、大縱深特性：

近代高科技戰爭開闢了更廣闊的戰場，包括陸戰、海戰、空戰、太空戰、電子戰交織成極為壯觀的場面。但是，戰場延伸到那裡，測繪支援就到那裡，在現階段的立體戰中測繪支援提供全方位、大縱深的支援特點。

(一)陸地戰場：

陸地戰場歷來是最後決戰之戰場，八十年代以來的英阿福島戰役或第一次波灣戰爭，不論其開戰之初採取何種作戰方式，最後還是以地面決戰或對抗的勝負為戰爭的結果。故陸地戰場的測繪支援主要提供各種類型的地圖產品和定位、導航設備。如提供不同比例尺的線化地圖及道路交通圖、防空隱蔽圖、空降地域圖、電子對抗頻率圖等特種地圖，或載具裝設導航定位系統，使裝甲部隊在惡劣的天候下能繼續往目標區前進。

(二)海上戰場：

海上戰場的測繪支援最主要是為停泊或巡弋的船艦提供即時定位資訊，以及虜獲敵方海上靜止或運動的目標。在現代戰爭中，雷達測量和聲納測量仍然是海上測量的重要手段。更引人矚目的是在第一次波灣戰爭中，美國的全球定位系統發揮了突出的作用，特別是在沒有方位的大海上，GPS接收器成為最有效的定位測量手段。

(三)空中戰場：

空中戰場的測繪支援最主要是為作戰飛機和飛彈發射提供目標方位和導航資訊，第二次波灣戰爭中，美軍的戰斧巡弋飛彈係採用GPS導引系統及圖像匹配制導技術，彈著精度約在十公尺左右，使美軍的空中優勢能夠淋漓盡致的發揮，如在第一次波灣戰爭的空襲初期，美軍每天派出三千架次攻擊群機，而第二次波灣戰爭只需二百架次配備精確導引飛彈便能達成相同戰果來看，這些高科技的測繪支援，使得航空武器的命中精度比第二次世界大戰提高了三十倍。

(四)太空戰場：

太空戰場在現代戰爭中是為配合地面、海上、空中戰場而開闢且具巨大潛力的戰場。空中戰場的測繪支援最主要是為監視戰場蒐集情報的傳感器，將其蒐集到的地形情報，如SPOT衛星獲取所需地區的遙測像片，應用高科技設備技術進行情報萃取、分類、綜合，調製成不同的地圖產品，提供戰場作業準備。

(五)電子戰場：

電子戰場是高科技戰爭下伴隨而生的全新戰場，其測繪支援最主要是對於偵測電子發射源的方位、製作敵方電子佈防圖。在現代多維戰場上，測繪科技發揮了不可替代的作用，為了適應多維戰場的客觀需要，測繪支援實施多層次的縱深配置，如在太空中，偵測衛星、通信衛星和定位衛星組成對戰區全天候、持續的監測、導航和

通信網。在戰區上空，預警飛機的巡航，為空中作戰提供即時的探測資料和指揮，使電子戰效能發揮極致。

三、在手段上提供高科技、高功能特性：

在現代區域性戰爭中，在軍事測繪領域裏應用的代表是太空測繪技術和數值化測繪技術的迅速發展。第一次波灣戰爭中，盟軍在中東地區上空部署了近四十顆衛星，其中用於導航定位的GPS衛星十六顆、子午儀衛星五顆，軍事通信衛星六顆，電子偵察衛星五顆，照像偵察衛星三顆，雷達成像衛星三顆，軍用氣象衛星二顆等，這些衛星大都與測繪科技有直接或間接關係，有的直接用於定位和導航；有的直接攝取地面的紅外線或雷達圖像作為製作軍事用圖的圖資；有的則間接與測繪支援相關，例如電子偵察衛星和預警衛星，對偵查到的目標測定其方位或運動的方向、速度等[1]〔註十二〕。

伍、測繪科技支援作戰新思維：

我國軍為因應現代戰爭形態的改變而提出兵力整建計畫，勵行精兵政策，各部隊從人力密集已走向技術密集階段，有如第一次波灣戰爭中「高質量的優勢可有效地彌補數量的不足」如美軍精導炸彈的命中率為普通炸彈的120倍，第二次波灣戰爭中只需二百架次配備精確導引飛彈便能達到第一次波灣戰爭美軍每天派出三千架次攻擊群機相同戰果來看，這是有力的證明。因此出現了新的軍事戰略、新的建軍思想，過去被界定為勤務支援的軍事測繪任務，也必須走向作戰支援。

一、建立完整、正確的現代測繪支援觀念：

軍事測繪工作有豐富的內容和繁重的任務，無論是編制體制、裝備建設和專業設置，或是生產、科研、人才培養，都要滿足測繪科技支援作戰的根本要求。過去對測繪勤務僅以提供地圖和控制點座標成果為主要內容的測繪支援模式固然仍要保存，但對於即時定位、數位地圖和數值圖像匹配制導等動態支援及武器裝備系統的測繪支援等，將是指揮官戰場運用的法寶，現代作戰型態必將充份發揮GPS、GIS及RS(衛星遙測)等測繪科技結合各項高科技技術，始能達成任務。

二、建立全方位、立體化的測繪支援觀念：

現代戰爭幾乎是陸、海、空各軍種協同聯合作戰，測繪支援亦要趨向於全方位，要改變”一張地圖走天下”和”以不變應萬變”的單一、靜態支援觀念，真正做到全方位支援。現代作戰區分為戰略、戰術和戰鬥三個層次。每個層次對測繪支援的要求、內容和手段也不完全相同，依實際情況，可分為戰略、戰術、戰鬥和戰具四個層次說明。

(一)在戰略方面：

提供軍事地理、小比例尺地圖、精密時間空間基準、太空和遠程戰略武器的支援。

註十二：陸軍工兵學校「GIS巡迴講習」資料。

(二)在戰術方面：

提供地理、地形資料、快速分析、快速標定、快速供圖、快速測量等內容。

(三)在戰鬥方面：

提供快速定位、快速標定、大比例尺地圖、沙盤製作及海、空軍之特種支援等。

(四)在戰具方面：

從衛星、飛彈、飛機、艦艇、坦克到通信、偵察、電子戰等支援系統，提供定位、定向、定時、匹配制導、圖形圖像資料傳輸與處理等內容。

三、建立測繪科技即時動態支援作戰觀念：

從軍事資料來看，戰爭是人流、物流、能流和資訊流的有序流動；再從現代測繪科技的內容和手段來看，無論衛星、導彈制導，飛機、艦艇導航，部隊、戰車的機動，都需各種戰鬥平台的定位，識別和資訊處理，不但是變化的，而且還要求即時或近即時的測繪支援，因此現代作戰的地理、地形資訊的支援也是動態的，都是要求用高新技術手段，實施快速支援[1]〔註十三〕。

陸、國軍應用軍事測繪科技現況分析：

一、國軍測繪技術能量現況：

我軍事測量主要生產機構係隸屬於聯勤司令部之測量署，下轄有聯勤401廠、聯勤402廠及聯勤測量隊，而隸屬海空軍之測量技術相關單位計有海洋測量局及照相技術隊，中央單位中亦有測繪技術應用單位，如中科院、國安局、情次室等。以上列舉單位中，聯勤測量署、海測局及中科院具有測繪技術生產能量及測繪技術應用能量，其餘單位皆僅有測繪技術應用能量，以下就針對各單位能量作一簡要分析：

註十三：陸軍工兵學校「GIS巡迴講習」資料。

表一 國軍測繪技術能量一覽表〔註十四〕

單位名稱		測繪技術能量	測繪技術領域
聯勤測量署	401廠	一、軍用地圖之生產。 二、數值地圖製作。 三、數值地形模型。 四、電腦影像地圖。 五、地理資訊圖資資料庫等項目。	地圖生產、GIS應用、RS應用。
	402廠	一、國軍制式光學、射控、觀測裝備之製造。 二、研造各式光學及光電射控、觀測裝備。 三、各式夜視裝備之研造。 四、國軍制式觀測、射控及夜視裝備之補給及保修。 五、精密及一般測量儀器之保修。	測量光學儀器維修及生產
	測量隊	一、各軍種之軍事測量任務 二、支援政府各項經建測量工作等。	大地測量、地形測量、重力測量、天文測量、GPS 衛星定位測量
海軍	海測局	一、海底地形測繪 二、底質探測 三、海流測量 四、潮汐測量 五、一鹽溫測量	海洋測量、GPS應用、GIS應用、RS應用
空軍	照技隊	航照圖偵照、航照圖判讀、衛星影像判讀	RS應用
中科院		GPS射控定位、GIS系統整合	GPS應用、GIS應用
國安局		航照圖判讀、衛星影像判讀	RS應用
國防部	情次室	航照圖判讀、衛星影像判讀	RS應用

註十四：中華民國國防部網站，<http://www.mnd.gov.tw/>。

故由上表可概略瞭解國軍各測繪技術單位均積極從事3S技術發展，且具有專業之測繪技術能量，如其具體應用成效，如支援陸勝二號案電腦兵棋研製、衡山戰情「強網」、「大成」系統電腦兵棋圖台，漢光演習各式軍圖製作及建立大陸東南沿海地區數值地形模型資料庫等高精度圖資，提供國軍戰術、戰略運用。

二、本校發展測繪技術現況：

為早日邁向數位化戰場目標，本校利用現有教學資源積極從事測繪技術開發並結合工兵戰訓任務不斷嘗試與研改，故歷年來在各教官的研究下，計發表有關論文12篇，專案成果計有監控導航、立體影像模型及作戰要圖調製等案，成果表詳如附表二。

表二 測量組歷年測繪科技論文與成果表

陸軍工兵學校測量組歷年測繪科技論文與成果表

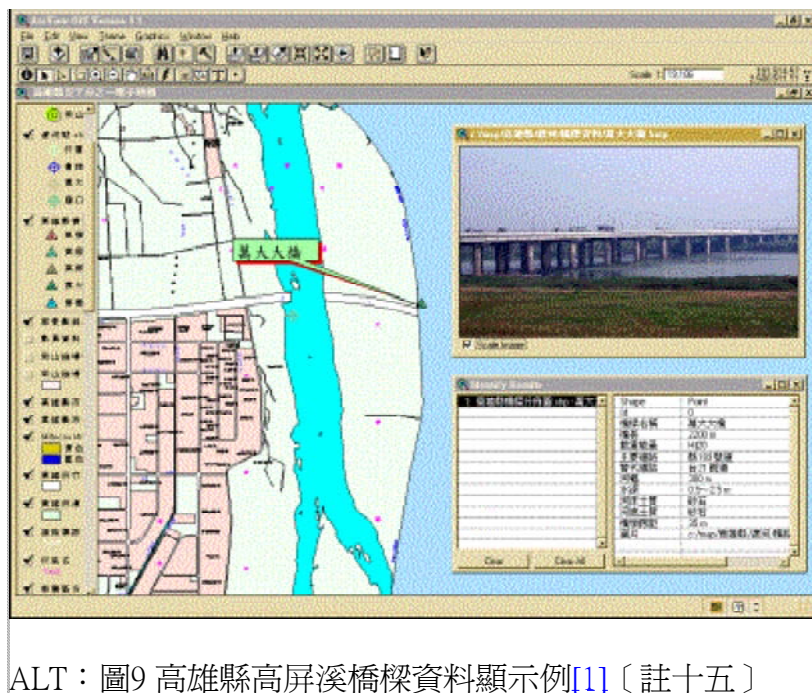
類別	研究論文	專案成果	運用成效
衛星測量類	以『G P S 全球定位系統』建立營區控制點座標	1.單點目標監控導航 2.多點目標監控導航	1.漢光演習 2.美軍戰力評鑑 3.工兵部隊訓練 4.各級長官視導 5.軍事院校參訪 6.教學研究 7.工兵半年刊刊登
	GPS在軍事上應用與發展之研究		
	全球定位系統（GPS）在測量上之應用		
	臺海軍事大地測量現況剖析		
	全測站衛星定位測量系統及其應用		
地理資訊類	DTM結合GIS建立數位化軍圖系統	1.電子作戰要圖調製 2.兵要查詢雛形系統	
	利用地理資訊系統建立兵要資料的查詢雛型系統		
	SURFER軟體應用在測量上之研究		
	以GIS建立空間決策支援教學系統（上）		
	以GIS建立空間決策支援教學系統（下）		
	以GIS建立消防設施管理系統雛形之研究		
遙測影像類	遙測衛星影像判讀在軍事上應用之研析	岡燕地區衛星影像立體模型	
	遙測衛星影像之介紹與應用		

如前所述測繪技術的研究，無論在資料查詢、載具定位導航、三維地形模型等應用上均有雛型成果，現僅針對本校利用現有資源開發之成果應用作一簡介說明：

(一)兵要資料查詢系統雛型：

傳統的兵要資料在實際的應用上往往未能與空間資訊結合，而且蒐集來的兵要資料更因種類繁雜、圖文兼具，無論在管理及運用上均相當困難，若無法將蒐集來的兵要資料予於有效整合，則所獲得的只能是成堆的資料而無法成為有用的資訊。

而本研究系統即是延續兵要資料整合構想，利用地理資訊軟體表格功能，將蒐整的網頁式兵要資料建置於地理資訊系統上，並套疊衛星影像、數值地形及向量圖等資料在同一座標系統中，以物件連結方式直接於向量圖上點選圖徵，進而展現所需之兵要資料，如圖9。並在此技術基礎下。



ALT：圖9 高雄縣高屏溪橋樑資料顯示例[1]〔註十五〕

未來若是配合屬性資料庫的開發管理與運用，必可提供更快速、效率之管理運用，使兵要屬性資料整合與應用更加完善〔註十六〕。

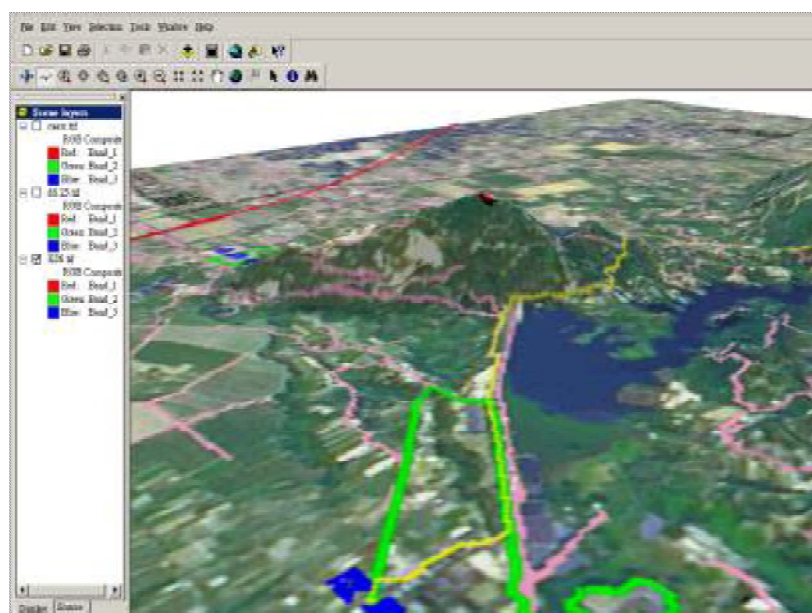
註十五：測量組網頁。

註十六：測量組論文「利用地理資訊系統建立兵要資料查詢系統雛型之研究」。

(二)三維立體地形圖：

地表地貌的高低起伏，通常係以等高線法表示地面高低。而軍圖地形表現亦以等高線為主，此種地圖所含資料豐富、用途最廣，但閱讀較難，未經訓練人員，絕無法自如運用或模擬想像區域地形起伏變化景像。但在地區向量圖或衛星影像圖套疊數值地形資料即可產生三維地形模型，藉以反映戰場地形現況，以提供指揮官或參謀評價武器系統的有效性或軍事行動作為判斷參考。

本系統以ArcView8.1為作業平台，具有3D展示功能，可將同樣大小區域之DTM資料與衛星影像或電子地圖套疊，產生立體地形模型，並具有任意角度旋轉及縮放的功能，使我們能任意瀏覽立體地形圖內任意一塊區域。並且可在立體地形模型中進行模擬航行，使我們可針對某路(航)線先進行模擬飛行，有利於部隊進行模擬訓練或演練，減少可能在訓練過程中的摸索及可能之危安事件發生。如圖10所示便是工兵學校附近之立體地形圖，可將地表真實變化呈現出來，並於漢光十九號演習中展示成果。



ALT：圖10 岡燕地區三維地形模型[1]〔註十七〕

註十七：測量組網頁。

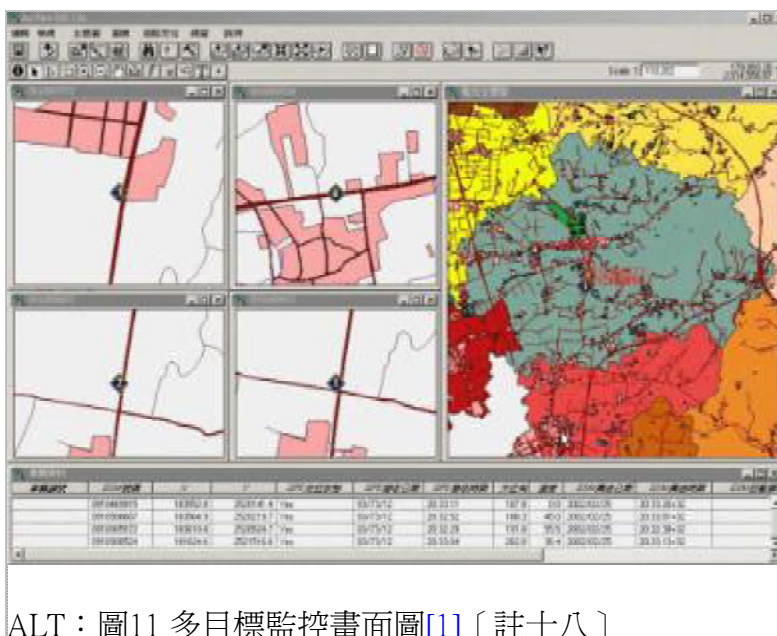
國軍現行三維地形模型轉換技術已成熟具備，惟其缺點係僅能呈現地表地形，其附著在地表上的建築物依然無法立體展現，因此遙測影像技術建立，極待克服發展，若能技術深根，還原戰場環境真實地貌，必能詳實提供部隊作戰運用參考。

(三)多目標監控系統：

以往部隊訓練、演訓演習時，僅靠通訊而無法確實有效掌控部隊之位置及動態。可能因此軍事行動之延誤先機或決策之決定，而造成無法彌補之錯誤及傷亡。而藉由本系統，可有效確實監控所屬部隊相關位置，以利指揮官戰場環境之瞭解與部隊之掌控。

本系統的研究雛形是利用教學資源監控單一目標，並在漢光十七號演習中驗證成效，後與民間技術合作將系統研改成多目標監控，並在漢光十八號演習展示，在驗證過程中，指揮官可藉由系統清楚掌握所屬部隊動態，現針對研究成果概略說明。

本系統以ArcView3.2為作業平台，並透過GSM簡訊傳輸方式，將移動端所接收到的GPS座標資料，回傳至監控端，監控端再將移動端的位置顯示在電子地圖上。此系統可隨時監控部隊位置於電腦上，並且亦可單獨針對某一部隊做分割畫面處理或是全螢幕顯示(所有部隊)，可依部隊任務需要，適時地作為指揮官於戰場決策指示、判斷之依據(如圖11)。此系統亦可隨部隊或任務之需求多寡，而增加移動端之數量，若是將來配合軍隊專屬及更快之無速線通訊方式，更可達到軍機之資訊安全性與快速性的要求。



ALT：圖11 多目標監控畫面圖[1]〔註十八〕

現行國軍定位導航應用技術已逐漸成熟，設想若能加強部隊與裝備的定位應用，如打擊部隊、後備支援部隊在戰場上運動時，其戰車、直昇機、每一營連等若配備導航衛星接收器，則本身可隨時測知位置而不會迷失方向，指揮中心又能隨時監控所屬載具位置。又如彈道飛彈發射車、自走炮、多管火箭發射車等的定位，使這些武器能迅速決定射擊方位而能立即發射，進而提昇系統的反應時間。如此，應用定位導航技術，必能強化指揮管制機制，使作戰指揮中心更能從善如流指揮部隊[1]〔註十九〕。

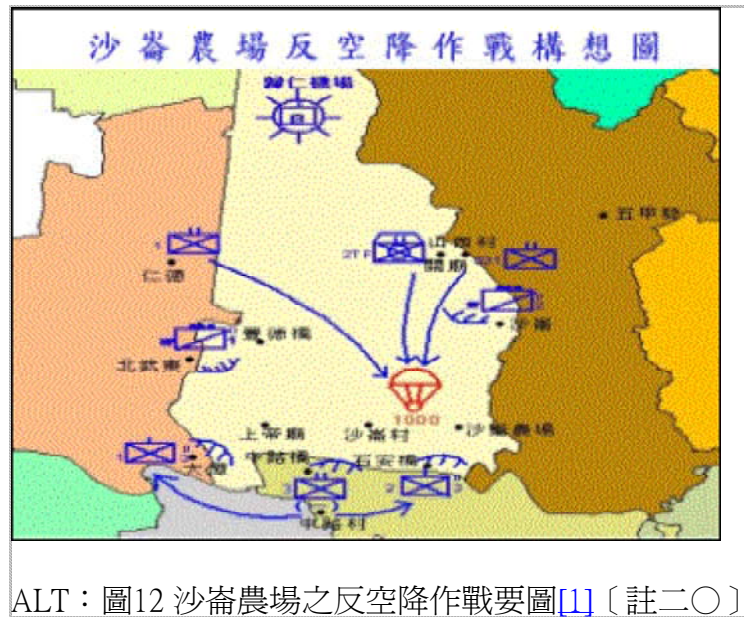
(四)作戰要圖調製：

以往傳統透明圖調製是以軍圖為底圖，然後依據任務需要在圖上繪製透明圖。但隨著作戰型態之改變，在任何事均講求資訊化與快速化的時代中，如何在瞬息萬變之戰場，適時且快速地於電腦直接繪製作戰要圖已是未來趨勢。可改進傳統透明圖更新速度慢且傳遞不易之缺點。

本系統以ArcView8.1為作業平台，利用軟體內之繪圖工具，依據國軍軍隊符號準則建立各類型軍隊符號圖層。再依據作戰構想，繪製作戰構想圖再繪製作戰要圖。將所需之軍隊符號擺放在正確位置，依實際部隊兵科更改部隊番號與等級。取代傳統紙上作業方式，而達到及時性之目的。若再配合無線或有線傳輸方式，將作戰要圖傳輸到各部隊中，進而使各部隊進入戰術位置，進而達到協同作戰或相互掩護支援之目的。如下圖所示便是利用ArcView8.1軟體及時繪製之作戰構想要圖，使指揮官及時掌控戰場情勢與狀況(如圖12)。

註十八：測量組網頁。

註十九：應天行，全球防衛雜誌197期，中共發射北斗一號導航衛星的展望，頁28至35。



ALT：圖12 沙崙農場之反空降作戰要圖[1]〔註二〇〕

三、限制因素分析：

國軍測繪技術能量並非缺乏，而是欠缺溝通橋樑及整合機制，若能整合國軍測繪技術能量，並採統一管制、分別管理方式，且針對任務開發各軍種所需之測繪支援系統，如排連級之定位導航系統、營旅級之戰場管理系統等，即可達成戰力整合的目的。因此，針對測繪技術研究瓶頸做一分析檢討，期使問題獲得解決。

（一）測繪教育未能普及、運用理念無法推廣：

就本軍現行軍事教育課程規劃而言，因受限於專業領域，僅有本校開設軍事測繪類及砲校砲兵測地類等相關測量課程，經檢討，軍事測繪概念無法普及各兵科，測繪科技對軍事作戰的思考應用更無法推廣，致使兵科無法提出測繪支援需求。

設想若各兵科學校能推廣軍事測繪教育，將軍事測繪科技融入部隊指揮管制，情報偵蒐與新式武器裝備之應用領域內，則對其爾後與部隊任務結合必能發揮強大功能，如部隊之機動、載具之運動、最佳行動路線之選定、武器、兵力之配置，地形情報分析及準確命中目標等，均能以測繪技術指揮監控、分析，以客觀之數據，提供正確可靠的參謀判斷。

註二〇：測量組網頁。

（二）未能發展軍事地理資訊、無法提供優勢地情資料：

現代戰爭瞬息萬變，無論是戰爭規模或資訊內容均較以往來得龐大且複雜，各種作戰資訊資料對於戰爭的勝負有著莫大的影響。在此環境下，各項資料的蒐整內容日益龐大，利用傳統的紙張保存方式，必將無法有效結合各類資料及表達空間座標關係外，亦必造成資料查詢與保管問題困擾，而使預先建置的資料無法發揮功效，延誤戰機。

惟目前地理資訊的軍事應用成果仍以系統內建的格式作業，僅能提供單機使用，除資料無法共享外，且當建置之資料越來越多時，在管理上就會顯得雜亂。因此利用資料庫建構軍事地理資訊系統理念，可縮短存取時間及提高資料查詢效率，亦可提供其它使用者分享，節省自行建構資料時間。設想若能將作戰參數資料、地形情報資訊以圖形或文字資料整合，發展成專屬的軍事地理資訊系統時，除能利用系統隨時提供指揮官對部隊運動路徑的選擇、橋樑遭受破壞時渡河點的選定及提供預先規劃調查的橋樑形式、反空機降場阻絕設置與兵力等優勢的地情資訊外，更可透過電腦快速作業，提供作戰要圖繪製、地形現況判斷、各種圖上計畫等參謀作業事務，使指揮官能在短時間之內完成作戰支援任務[1]〔註二十一〕。

（三）未能有效整合測繪科技、無法提昇戰場指管效能：

未來的戰爭發展趨勢，是需要結合現代化資訊科技與方法來協助，因此戰場的場景將愈透明，指揮的速度、幅度、深度將更為靈活與彈性。就如同一個大型的專案，透過管理的精神，把知識、技術、工具和方法結合，律定行動準據，並透過C4ISR的自動化管理系統，以提高戰場管理作戰效能。

目前國軍正刻不容緩的進行指管通資情監偵系統整合工作，且各測繪技術單位具有專業的技術水準，若能整合

成立測繪技術專責單位，將全球定位系統、數值化地圖、衛星影像圖、參數與地形資料庫等現代高科技的測繪支援技術融入部隊戰場指管系統需求，使部隊作戰機動實況透過傳輸顯示在指揮系統螢幕上，作業參謀利用資料庫之戰區電子地圖、地形資料及兵要參數，配合衛星影像圖資，指揮官即能全盤掌握任務地區虛擬戰場環境、兵要資料現況，並可直接在電子地圖上標繪作戰要圖、敵我態勢狀況，進而擬定最佳作戰計劃。如此，必能提昇戰場指管自動化效能，發揮戰力整合最大功效。

註二十一：吳佳諺「關聯式資料庫」，2001年5-1至5-9頁。

柒、精進作為與建議：

一、結合兵科特性、提出測繪支援作需：

測繪技術在現代戰役中扮演極重要之角色，無論在人員部隊的指揮管制，武器裝備的監控制導提供有效的地情空間資訊，同時它也貫穿了從戰場準備至戰後戰場清理的支援，再再地顯示測繪科技是支援作戰之利器之一，其所提供之裝備與技術，運用於作戰任務，如同觸媒劑一般的提昇作戰效能，是故各兵科應結合其兵科特性，提出測繪支援項目與生研單位密切配合，納入專案研究生產或採購，以滿足其任務需求。建議設置國軍圖資中心，以減少圖資重複投資經費，增進提供及管理效能，協助擬定研發策略，整合關鍵發展技術，評估軍種需求標準，提供教育訓練服務功能。

二、結合民間資源、建立測繪技術能量：

國內測繪技術資源相當豐富，教學單位如國立中央大學成立「太空及遙測研究中心」研究推動遙測科技，其主要研究方向為衛星影像處理、遙測影像及地理資訊系統之整合等。逢甲大學地理資訊系統研究中心，其主要研究方向為GIS、RS（遙感探測）與GPS之整合應用、公民營機構GIS人才培訓與教育推廣、GIS向下紮根教育之規劃與推展、GIS資料建置整合與應用系統開發、GIS與通訊科技之整合應用、GIS衍生產品開發與技術應用平民化等。國立成功大學衛星資訊研究中心其主要研究方向為GPS衛星定位測量製圖，遙測影像立體製圖等。政府機構、民間社團及公司亦有許多於GPS、GIS、RS領域研發及生產機構。

故就國軍軍事測繪技術發展而言，建議加強軍、民間學術交流，積極做好人才培育，有效獲得並運用民間資源，將使國軍測繪技術於時間、空間及物力、人力之成本大幅降低，測繪能量亦能大幅提升，技術層面亦可提升精進。

三、調整部隊編裝、發揮指揮制導效能：

我國軍各軍種均有測繪編裝，唯因編裝過於老舊，僅存一些支援勤務之基本測繪器材，根本無法滿足目前戰訓支援需求，是故應依兵科需求，建案籌補是當務之急。

觀念的建立與部隊的實需為建軍備戰之必要條件，本文引證現代戰役實例，從測繪科技支援作戰角度切入探討，旨在凸顯其重要性，以獲得部隊各級指揮官之重視，在精進案兵力結構調整當中，期能獲得上級政策指導，有計畫、分階段的實施軍事測繪專長培訓，並納入編裝調整，使測繪技術根植於各部隊中，並將新式測繪裝備，如GIS電子地圖系統、GPS監控導航系統、RS數位立體地形系統納入部隊裝備，以取代傳統人工指揮制導機制，提升作戰效能。

四、強化測繪教育、提昇幹部專業素養：

目前國軍正在積極推行兵力精進整建工作，尤其在台澎防衛作戰型態迫切需要測繪科技的支援的情況下，加強人才培育與測繪技術的訓練為首要工作。惟本軍各兵科因受限於專業領域，無法結合兵科特性而加以運用，且對於現代測繪科技技術運用於作戰之概念模糊，導致測繪科技強大功能無法發揮，有鑑於此，測繪科技之基本概念須深植於我國軍各軍種兵科幹部身上，是故如何擴大現代測繪科技教育亦為當務之急。

在現行的陸軍軍事測繪培訓單位僅有國防大學中正理工學院測繪系及陸軍工兵學校總教官室測量組，教學資源較少，相關研究經費亦不如民間學校充裕，導致軍事測繪專業人員嚴重缺乏，無法有效推動軍事測繪科技相關應用及研發。建議國軍持續培養測繪軍官，並擴大建立研究所之專業能量，測繪課程應推廣至軍官養成教育階段，使其認知空間資訊運用之重要。指參教育之學官應具備測繪科技之相關學能，期能運用於分析戰備整備之相關課題。同時建立本軍各兵科對測繪支援需求與應用構想，進而從測繪科技教育推廣中，使國軍幹部普遍具備測繪科技概念。

捌、結論：

從現代的戰爭中不難發現高科技、高效率是今後戰爭的作戰型態，亦印證了測繪技術支援作戰的重要性。雖然國軍現行的測繪技術尚未到達先進國家水準，但不代表未來無法發展。是故國軍應積極推動相關之教育與研發工作，藉由“拋磚引玉”，使各兵科均能充分運用進而發揮其特性，期能在守勢防衛的建軍備戰指導方針下，有效嚇阻外來侵犯，快速反應突發狀況，達到確實保障國家安全的目的。

玖、參考資料：

- 一、「工兵運用學」陸軍工兵學校研發室。
- 二、「軍事測繪概論」陸軍工兵學校測量組。
- 三、「GIS巡迴講習」陸軍工兵學校測量組。
- 四、「軍事測繪與高科技戰場」聯勤測量署四〇一廠。
- 五、「測繪科技在國防軍事上之應用」中正理工學院測繪系。
- 六、「GPS全球定位系統在軍事上應用之研究」國防雜誌第十一卷第八期。
- 七、「壓制巴格達-波斯灣戰爭十週年回顧」全球防衛雜誌第197、198期。
- 八、「太空看台灣」大地出版社
- 九、「地圖革命」大地出版社