

高科技軍事測繪技術於戰場之應用

國防大學中正理工學院助理教授 陳松安博士

提 要

- 一、高科技軍事測繪技術概分為全球定位系統(GPS)、遙感探測(RS)及地理資訊系統(GIS)等技術，統稱為「3S」測繪技術。
- 二、GPS提供高精度之定位資訊，RS為空間資訊之獲得、處理，GIS則為空間資訊之儲存、管理及分析，結合「3S」測繪技術將有助於數位戰場之建構。
- 三、先發展偽地形及偽GPS定位訊息等技術，供國軍執行欺敵作戰，再自行發展衛星(操控權須掌握於中華民國)，建構數位戰場，提升嚇阻力量。

關鍵字：軍事測繪、全球定位系統、遙感探測、地理資訊系統、數位戰場

壹、前 言

本文對高科技軍事測繪技術概分為全球定位系統(Global Position System, GPS)、遙感探測(Remote Sensing, RS)及地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)等技術，統稱為「3S」測繪技術，「3S」測繪技術可提供戰場上相關空間資訊，其應用規模可大到全球，或小到一個戰術區，對於戰場資訊優勢之提升扮演重要角色。定位資訊、影像資訊、地形起伏與地物特徵等資訊，經數位化整合後，可統稱為「數位地圖」，此為「數位戰場」(Digital Battle Field)的基礎，高科技軍事測繪技術可為數位戰場提供三種資訊：一、提供戰場上定位資訊，即測定戰略

點位之座標值，此可由GPS定位技術達成；二、提供戰場空間資訊，包括影像資訊、地形高程資訊和地物特徵資訊，此可由RS技術達成；三、提供戰場定位資訊及空間資訊之相關分析管理，即提供決策管理，供指揮官下達決心，此可由GIS技術達成。軍事測繪相關單位不僅建立戰場空間資料庫，其仍須提供戰場空間資訊視覺化介面，以便指揮官及參謀快速操作及應用。戰場空間資訊視覺化，可由三種方式達成：一、用數位製圖技術，快速製作傳統型式的紙張地形圖；二、由GIS技術，將戰場有關資訊顯示在螢幕上，形成電子地圖；三、由虛擬視覺技術，構成戰場模擬環境，此為三度空間及動態展現之電子地圖。上述各視覺化方法，都是以地圖形式展現，但不僅是紙張平面地圖，亦可以數

位立體化形式展現。因此，其可由靜止展示變為動態展示，由平面展示擴充至多度空間展示，故可得知高科技軍事測繪技術在現代數位戰爭中扮演非常重要之基礎地位。

貳、3S測繪技術及其整合簡介

現今高科技軍事測繪技術可概分為全球定位系統(GPS)、遙感探測(RS)及地理資訊系統(GIS)等技術。GPS衛星定位為GPS接收儀接收衛星所發射之訊號，藉此量測接收儀與衛星(空間位置已知)間的瞬時距離，如同時觀測三顆以上衛星，並量測其與接收儀之距離，就可藉空間後方交會法定出此接收儀所在之空間位置^{註一}。GPS衛星定位可為陸地、海洋及空中之使用者提供高精度之定位資訊。RS為利用不同波段光譜對遠處目標進行非直接接觸之量測分析目標性質之技術，其地面幾何分辨率約為10cm至4000m間，RS為空間資訊獲得及處理之技術^{註二}。GIS技術為有效擷取、儲存、更新、處理、分析及展示各種形式地理資訊之系統，其包括電腦軟硬體、地理資料庫及維護操作人員^{註三}。

數位戰場是美國於20世紀末提出的構想，所謂數位戰場，是指以資訊技術為基礎，用數位設備將指揮、管制、通

信、電腦、情資、電子對抗等系統連為一體，共用各類資訊、作戰資訊及時交換，以支援指揮官、戰鬥人員和保障人員資訊活動的整個作戰多度空間資訊系統。整合「3S」技術將有效建構數位戰場，「3S」構成一個有效的戰場「神經網路」。GIS充當「神經中樞」，即大腦角色，其任務是儲存、管理及更新戰場空間資訊，和以其做為定位框架的其他地理資訊，提供及時資訊及資訊服務功能，GIS需RS持續更新其地理資料庫，使其具備及時的動態狀況；RS如同「神經網路」中的「偵測器」，其任務是及時及準確地提供全天候、全時間、高分辨率的戰場影像，通過影像處理、地物識別、目標提取，並同步獲取由GPS求得之衛星及地面地三度空間定位資訊，且將RS及GPS結合所得對地觀測資訊傳給「神經中樞」GIS，才能有效更新及分析空間資訊；GPS是一個很精確的定位器，GIS和GPS結合可應於電子導航，若再配合及時影像攝取裝備，就可及時將影像資訊及其座標傳給「神經中樞」GIS；GIS得到這些資訊，並利用自身的查詢檢索、軍事空間分析和輔助決策功能，對戰場進行各種及時分析，並提供相關科學數據支持決策訂定^{註四}。「3S」技術整合之概念很簡要，但其內含資訊傳輸、載具、影像攝取設備、GPS接收

註一 曾清涼、儲慶美，GPS衛星測量原理與應用（臺南，國立成功大學衛星資訊研究中心，民國88年7月第2版），頁104-105。

註二 王家耀、閻海、徐青，呂志平，李宏傳，王卉，軍事測繪與高技術戰場（北京，軍事誼文出版社），頁102。

註三 「何謂GIS」，<http://gis.geo.ncu.edu.tw/gis/GISLAB/GISDEF.HTM>

註四 同註二，頁104-108。

器、電腦軟硬體設計等項目，故其須整合相關科技專業研究人員及投入大筆研究經費才能研發出適用之系統，其中與「3S」技術有關之軍事測繪技術對建構數位戰場及持續更新數位戰場等相關資訊，可提供最適切之服務。

參、國外3S測繪技術發展簡介

現就國外3S測繪技術近來之發展區分為衛星定位系統(GPS技術)、雷達影像、光學影像及重力測量衛星(RS技術)及軍事地理資訊系統(Military Geographic Information System, MGIS)(GIS技術)，並簡述如后：

一、衛星定位系統

衛星定位系統於固定軌道中運轉，不斷向地面發射訊號，使用者則使用衛星接收儀接收來自衛星系統之各種訊號，並解算訊號，藉以推求衛星與地面接收儀間之距離及地面各接收儀間之基線向量，然後求出接收儀所在之座標，以完成導航定位及各種測量作業。本文只簡介美國「GPS」、俄羅斯「GLONASS」(GLObal'naya Navigasionny Sputnirovaya Sistema)、歐盟「Galileo」及中共「北斗」等四種衛星定位系統。

(一)美國「GPS」衛星^{註五}

GPS 包含24顆定位衛星，分6個

軌道面，每個軌道面上各分布4顆衛星，其中3顆衛星待命備用，本衛星離地球表面約20,000公里，每11小時58分繞行地球一週，軌道傾角55度，座標系統為WGS-84系統，已於1994年建置完畢，目前衛星的種類有Block I、II、IIA、IIR、IIF等五種型號。GPS測量觀測時間短，操作簡便，可全天候作業，測站間不用相互通視，只需同時觀測4顆衛星，即可求解測站之空間三度座標，其滿足軍事上靜態定位及動態高精度導航之需求。

(二)俄羅斯「GLONASS」衛星^{註六}

GLONASS(GLObal'naya Navigasionny Sputnirovaya Sistema)包含24顆定位衛星，分3個軌道面，每一軌道面各分布7顆衛星，其中3顆衛星待命備用，本衛星離地球表面約19,000公里，每11小時15分繞行地球一週，軌道傾角55度，座標系統為SGS-E90系統。首顆衛星於1982年10月發射，系統控制中心則位於莫斯科西南方70公里的Golitsyno-2地方。其衛星信號採用分頻多工技術，也就是0.5625MHz及0.4375MHz兩種頻率。近年來由於俄羅斯經濟上的困難，此系統幾近癱瘓。

(三)歐盟「Galileo」衛星^{註七}

歐盟於1999年提出Galileo衛星計畫，其分四階段進行，一為定義(目前

^{註五} Peter, H. D., 「Global Positioning System Overview」, http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html, 1999。

^{註六} 「Global Navigation Satellite System」, <http://www.glonass-center.ru/>

^{註七} 江正龍、柯炳榮、張嘉強，「伽利略導航衛星系統之發展」，第三十二屆測量學術發表會，民國93年9月，頁47-58。

已完成)；二為發展及驗證(2002-2005年)；三為布署(2006-2007年)；四為商業營運(2008年以後)。本衛星系統包含30顆定位衛星，分3個軌道面，每個軌道面上各分布9顆衛星，其中3顆衛星待命備用，衛星離地球表面約23,000公里，每14小時4分繞行地球一週，軌道傾角56度，座標系統為GTRF系統。此衛星系統分兩階段建立，一為建立與GPS及GLONASS衛星定位系統相容之第一代全球導航衛星系統(GNSS-1)；二為建構獨立於GPS及GLONASS衛星定位系統之第二代全球導航衛星系統(GNSS-2)。

(四)中共「北斗」衛星

「北斗」導航衛星系統是中共自行開發研製的區域導航系統，由中共航太科技集團空間技術研究院負責研製，包含兩顆衛星及一顆備用衛星，第一顆衛星於2000年10月31日發射升空，第二顆衛星於2000年12月21日發射升空，第三顆衛星於2003年5月25日發射升空(備用衛星)，發射地點皆為西昌^{註八}。北斗衛星導航系統是由空間衛星、地面控制中心站和北斗用戶終端三部分構成，空間部分包括兩顆地球同步軌道衛星組成，衛星上帶有信號轉發裝置，完成地面控制中心站和用戶終端之間的雙向無線電信號的中繼任務，定位可以由用戶終端

向中心站發出請求，中心站對其進行定位後將位置資訊廣播出去由該用戶獲取，也可以由中心站主動進行指定用戶的定位，定位後不將位置資訊發送給用戶，而由中心站保存，與GPS系統不同，所有用戶終端位置的計算都是在地面控制中心站完成。因此，控制中心可以保留全部北斗終端用戶機的位置及時間資訊，同時，地面控制中心站還負責整個系統的監控管理，用戶終端是直接由用戶使用的設備，用於接收地面中心站經衛星轉發的測距信號，根據執行任務不同，用戶終端分為定位通信終端、集團用戶管理站終端、差分終端、校時終端等，僅憑北斗衛星所提供的測距資料難以有效求解目標位置的三維座標分量，其須附加其它定位資訊，才能有效定位^{註九}。

二、雷達影像衛星

雷達成像衛星利用安裝在衛星上的雷達向地面發射電磁波，並由衛星上接收機接收地面目標反射訊號，藉以獲得地面目標的雷達影像。雷達成像衛星所發射之電磁波不受天候影響，並具地表穿透能力。本文只簡介美國「長曲棍球衛星」、歐盟「ERS-1/-2」及加拿大「Radarsat」等三種雷達影像衛星系統。

(一)美國「長曲棍球」衛星^{註十}

美國於1988年12月2日開始發射

^{註八} 余瑞冬，「中國第三顆北斗衛星升空、自建完善衛星導航系統」，中國新聞網(2003年5月25日)，<http://www.chinanews.com.cn/n/2003-05-25/26/306593.html>

^{註九} 于莘明，「北斗衛星是怎樣導航定位的」，科技日報(2003年5月28日)，http://news.xinhuanet.com/st/2003-05/28/content_889816.htm

^{註十} 龐之浩，「超級"眼球"--"長曲棍球"偵察衛星」，中國國防報(2003年5月13日)，http://www.pladaily.com.cn/big5/pladaily/2003/05/13/20030513001135_IT.html

長曲棍球(LACROSSE/VEGA)雷達成像偵察衛星系列，其設計壽命8年，傾角57~68度、軌道高度為670~703公里，雷達的幾何解析度為30cm~3m。其酬載之合成孔徑雷達能以標準、寬掃、精掃及試驗等多種波束模式對地面軌跡兩側的目標成像，這些不同的波束模式各有各的獨特用途。前兩顆衛星以標準模式成像時解析度為3m，以精掃模式成像時解析度為1m，而後兩顆改進型衛星的精掃模式解析度已提升至30cm。

(二) 歐盟「ERS-1/-2」衛星

歐洲聯盟於1991年將商業雷達衛星ERS-1發射升空，並於1995年4緊接著發射ERS-2，傾角98.5度、軌道高度為785公里，雷達的幾何解析度為25m，兩顆衛星現已停止運作。歐洲太空中心自1995年8月16日至1996年5月底止為期9個月時間，執行「Tandem Mission」，本任務利用ERS-1及ERS-2具相同軌道週期，即35天涵蓋全球之重複軌道特性，再加上ERS-2在相同軌道面上較ERS-1約延遲30分鐘，對相同地區ERS-1及ERS-2可間隔一天的時間進行掃描，即ERS-1天線向左、則ERS-2天線向右，故構成立體觀測條件，藉以測繪地表，並完成精確之全球三度空間數位地形圖^{註士}。

(三) 加拿大「Radarsat」衛星^{註士}

加拿大雷達衛星(Radarsat)於1995年11月發射，傾角98.6度、軌道高度為790公里，其為商用及科學用的雷達系

統，主要探測目標為冰河，同時還考慮到陸地成像，以便應用於農業、地質等領域。該系統有5種波束工作模式，即：(1)標準波束模式，入射角20°~49°，成像寬度100公里，距離及方位解析度為25m x 28m；(2)寬輻射波束，入射角20°~40°，成像寬度及空間解析度分別為150公里和28mx35m；(3)高解析度波束，三種參數依此為37°~48°，45公里及10m x 10m；(4)掃描雷達波束，該模式具有對全球快速成像能力，成像寬度大(300公里或500公里)，解析度較低(50m x 50m或100m x 100m)，入射角為20°~49°；(5)試驗波束，該模式最大特點為入射角大，且變化幅度小49°~59°，成像寬度及解析度分別為75公里及28m x 30m。

三、光學影像衛星

地球表面各物質對不同波段之光波產生不同之反射強度，而衛星可藉由接收地表所反射出之能量成像，並就其接收能量之差異性來判別地表物體，此衛星易受天候影響。本文只簡介美國「IKONOS」、以色列「EROS-A」及美國「QuickBird」等三種衛星系統。

(一) 美國「IKONOS」衛星

美國Space Imaging公司所屬的IKONOS商用影像衛星於1999年9月發射升空，傾角98.1度、軌道高度為681公里，可同時蒐集全色態(Panchromatic)影像(黑白影像)及多光譜(Muti-spec-

^{註士} 左杰官，「商業觀測衛星發展現況及其在軍事上之應用」，空軍學術月刊(臺北)，第546期，民國91年5月，頁71-92。

^{註士} 郭華東，中國雷達遙感圖像分析(北京，科學出版社，1999年)。

tral)態之波段影像，多光譜共有四個波段分別為藍光、綠光、紅光和近紅外光，衛星於目標物正上方，全色態影像之地面解析度為0.82m，多光譜態影像為3.28m^{註五}。

(二)以色列「EROS-A」衛星

以色列EROS-A於2000年12月發射，傾角97.3度、軌道高度為480公里，垂直觀測地面，全色態波段影像之解析度為1.8m。EROS-A衛星可以左右各轉23度，因此拍攝區域可不限於衛星軌道正下方的區域，以480公里高的軌道約可向左擴展近300公里的區域傾斜攝影，未來發射之EROS-B系列衛星，其解析度將高於0.87m^{註六}。

(三)美國「QuickBird」衛星

美國DigitalGlobe公司擁有之商用高解析度光學衛星QuickBird衛星於2001年10月發射，2002年5月正式向全世界提供全面商業服務，其傾角98度、軌道高度為450公里，可同時蒐集全色態影像及多光譜態之波段影像，多光譜共有四個波段分別為藍光、綠光、紅光和近紅外光，全色態影像之地面解析度為0.61m~0.72m，多光譜態影像為2.44m~2.88m^{註五}。

四、重力測量衛星

衛星重力測量就是將衛星及其攜帶之儀器做為地球引力場的探測器，並藉由對衛星之觀測及其所攜帶儀器觀測之數據，經處理後得地球重力場。本文只簡介德國「CHAMP」及歐洲與美國合作之「GRACE」等兩種衛星系統。

(一)德國「CHAMP」衛星

德國「CHAMP」(Challenging Minisatellite Payload)衛星於2000年7月發射升空，其傾角87度、軌道高度為454公里。藉由2000年7月至2003年6月CHAMP酬載之GPS接收儀及加速儀(accelerometer)所觀測之數據，推得EIGEN-3p地球重力場模式，其重力異常(gravity anomaly)精度優於0.5mgal^{註六}。

(二)歐洲與美國之「GRACE」衛星

歐洲與美國合作之「GRACE」(Gravity Recovery and Climate Experiment)於2003年3月發射升空，此系統含兩顆衛星，其於同一軌道(高度為500公里)運行，兩顆衛星間隔距離為220km(50km，藉由衛載之GPS、加速儀、衛星高度量測值及兩顆衛星之間隔距離量測值，推求出地球重力場。2003年7月21日發表GGM01地球重力場模式，此模式於200km空間解析度下，大地水準面(geoid)精度達6cm^{註七}。

^{註五} 李茂園，「高解析度衛星影像之幾何處理與定位精度分析」，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文(臺北)，民國90年。

^{註六} 林玉菁，「EROS A衛星影像定位精度之研究」，國防大學中正理工學院軍事工程研究所碩士論文(大溪)，民國92年。

^{註五} 徐思齊，「圖像套疊在國軍營產管理上之應用」，國防大學中正理工學院軍事工程研究所碩士論文(大溪)，民國93年。

^{註六} 「The CHAMP Mission」，http://op.gfz-potsdam.de/champ/index_CHAMP.html

^{註七} 「Gravity Recovery and Climate Experiment」，<http://www.csr.utexas.edu/grace/>

五、軍事地理資訊系統^{註六}

MGIS是在軟、硬體支持下，運用現代軍事科學系統工程和GIS的理論及方法，動態獲取、儲存、管理和分析軍事地理環境資訊，讓部隊作戰指揮自動化的軍事空間資訊系統，其集合圖形、影像、文字及語音於一體，提供指揮官判斷自然與人文地理對軍事活動之影響，此將有助於指揮官快速下達決心。MGIS在軍事戰略及戰役資料庫的支持下，可迅速查詢戰略力量、國防工業、軍事基地、戰略資源的種類及其分布位置、兵力、裝備數量及型號，可顯示各種武器系統之作戰效能及參數，可調閱敵方將領檔案資料，幫助戰略決策者正確分析政治、軍事、經濟及外交等在空間及時間分布上的特性，敵友各方為達戰略目標可能採取之行動方案，預測戰略形勢之發展，制定正確戰略決策。

肆、國外提升作戰能量案例之簡介

一、數位步兵

美軍在「地面勇士」(Land Warrior, LW)系統中配置了裝有GPS接收器和慣性導航系統的導航盒、裝有戰區數位地圖的掌上型電腦及能夠顯示戰區圖像的頭盔等感測裝備，「地面勇士」的聯網資料通信是依賴於一套電子設備與GPS接收機的綜合系統，在接受不到

GPS信號的地方，則利用航跡推算法提供定位資訊，系統首先組成班、排規模的網路，使得加註位置標記、目標標記的數位地圖可以在班、排內部相互傳送，這樣就使每一個成員及時知道當前的敵我態勢及其任務的變化，新一代「地面勇士」系統將與戰術互聯網相通，即與旅及其以下的戰術互聯網連接。英軍「未來集成士兵技術」(Future Integrated Soldier Technology, FIST)中的頭盔包括雷射指示器、圖像增強器、360度轉動的攝影機、夜視鏡、顯示幕等，雷射指示器與圖像增強器使士兵可以看清楚幾百公尺外的目標，攝影機使士兵能夠看到全方位的景象，與電腦相連的顯示幕能夠顯示戰場地圖、位置資料、戰鬥命令以及士兵視野內的紅外線圖像等，不戴頭盔時，士兵可以通過手腕上的顯示幕流覽戰場資訊。德軍的未來士兵計畫中包括帶有全球定位系統的無線電臺，裝有數位地圖的高性能微型電腦，能夠區分敵人與友鄰的目標識別系統^{註九}。

上述之各系統要發揮其效能，事先必須由軍事測繪單位在單兵電腦中儲存作戰地區之數位地圖，並藉由前述之及時衛星影像及單兵所配備之測繪系統，為C⁴ISR系統提供及時準確之測繪資訊。因此，單兵可共用戰場之及時資訊，而指揮官可藉此系統執行協同一致之戰鬥行動。

^{註六} 同註二，頁89-90。

^{註九} 王樹連，「單兵測繪保障的基礎」，民國91年11月26日，<http://www.navchina.com/gps/wl9.asp>

二、飛彈導航

利用衛星、偵察機及無人飛機等載具對預定攻擊目標實施偵照，將所得之影像經測繪技術賦予座標及屬性後得數位地圖，將其輸入導彈之計算電腦內，並賦予攻擊航線，導彈發射後，藉由導彈所載之GPS接收器接收訊號定位及先前輸入之數位地圖進行地形匹配，修正慣性導航所產生之誤差，提升導彈命中精度，例如：波灣戰爭中之戰斧巡弋導彈。

近地飛行器都受地球重力之影響，故遠程導彈之彈道設計，吾人必須考慮地球重力影響。依據地球重力場的空間分布特性，重力之中、高頻分量(中短波長分量)隨著高度的增加快速遞減，因此，導彈高度較高(被動段)時，吾人可不考慮重力高頻分量之影響，但導彈高度較低(主動段)時，則必須考慮重力中、高頻分量之影響，才能規劃出高精度之彈道，提升導彈命中精度。如地球重力場之精度為3~5mgal，則可推算出射程1,000km導彈於主動段時，受地球重力場精度影響所造出之導彈落點偏差約100m^{註二}。因此，吾人得知由地面、飛機及衛星等設備觀測之重力資料經測繪技術推求之地球重力場亦與導彈之命中精度有極高之關聯性。

三、情資蒐集

1991年波灣戰爭是一場科技戰爭，

美軍情資蒐集所動用的資訊技術和資訊系統發揮了關鍵作用，美國在伊拉克入侵科威特之後，即在波灣地區陸續部署各型軍事用途偵察衛星、預警衛星及截聽衛星共57枚，全面掌握伊拉克的軍事動態，同時還以法國SPOT與美國LANDSAT非軍事用資源探測衛星獲得高解析度的影像情報，其配合影像情報傳輸系統可迅速且正確地掌握戰區非常有價值的地形或目標資訊^{註二}。例如：美軍之數位地理資訊系統(Digital Topographic Support System, DTSS)，其利用衛星遙感探測技術，獲得數位軍事地圖，且視需要可變更比例大小，甚至可配合空中無人載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)或聯星系統(Joint Surveillance Target Attack Radar System, JSTARS)所拍攝的影像，儲存成資料庫，再模擬成三度空間的地形，讓所有參謀及指揮官能更清楚掌握戰場狀況與相關戰略位置之座標，目前這套系統，美軍規劃交由旅級以上單位使用，可做地形分析、地理資料管理、地形模擬重建，以提供戰場情報準備之用，目前係裝設在悍馬車上，已陸續交由部隊使用^{註三}。現今商業衛星(IKONOS、EROS及QuickBird)已可提供數10公分解析度之黑白光學影像，但這些影像若未賦予座標，只能當作情資判讀，若經測繪技術處理後賦予座標，則可輸入導航武器內，供其規劃攻擊路線。

註二 同註二，頁38。

註二 賴世上，「波灣戰爭情報、後勤與地面整體作戰研究與啓示」，陸軍學術月刊(桃園)，第436期，民國90年12月，頁71-78。

註三 楊承華，「美陸航戰術指揮中心與陸軍空中指管系統簡介」，陸軍學術月刊(桃園)，第450期，民國92年2月。

四、軍事作戰地形模擬(Military Operational Terrain Simulation, MOTS)

軍事作戰地形模擬的基礎是地理空間資料庫，包括數位軍圖資訊、航空或衛星影像、兵要地誌、交通、水文等軍事資訊。這些資訊經處理後，分成兩類資訊，一類直接用於軍事模擬對抗或武器平臺試驗的地形和地理目標資訊；另一類用於地形視覺化的地形模型資訊，藉模擬的地形環境，有效提高指揮官對戰場環境的空間認知^{註三}。例如：美國的安特公司建構的「作戰場景」(Top-scene)的任務預演系統，可把空中照相、衛星影像及情報資料結合，製造區域性的高解析度立體資料庫，2002年10月美國飛行員至阿富汗執行任務之前數週，美軍已利用此系統，在崎嶇不平的山地場景做模擬飛行訓練，故美軍飛行員早已了解預劃任務地點之地形^{註四}。模擬系統中之大部分基本資訊皆可由軍事測繪單位提供，故軍事測繪技術所產製之數位地形資訊可支援作戰訓練模擬。

伍、國內3S測繪技術發展簡介

本節只簡介國內已公布之「3S」技術發展狀況，民國93年5月21日國內自行發展之「福爾摩沙二號衛星」發射升空，其軌道高度為891km，每日繞地球14圈，可同時蒐集全色態影像(波長為

0.45~0.90 μm)及多光譜之波段影像，多光譜共有四個波段分別為藍光(波長為0.45~0.52 μm)、綠光(波長為0.52~0.60 μm)、紅光(波長為0.63~0.69 μm)和近紅外光(波長為0.63~0.69 μm)，全色態影像之地面解析度為2m，多光譜態影像為8m，衛星每日通過臺灣海峽上空二次，地面軌跡每天兩次通過澎湖與臺灣本島中間，第一次約為上午10點，可拍攝臺灣8分鐘，第二次約為晚上10點，可以下載資料，在天候許可的情況下，一次經過可拍攝四個緊鄰的影像條，以涵蓋臺灣全島，得到相當完整的臺灣本島影像，福爾摩沙二號並可改變衛星的前後仰角，以進行立體攝影^{註五}。福爾摩沙二號衛星已順利運轉，其代表國內發展遙感探測的技術已進入太空時代，其所提供之影像除做為民生用途外，亦可轉為軍事作戰使用。

國軍聯合後勤司令部205廠(現已隸屬軍備局生產製造中心)經過多年的武器研發及系統整合，民國91年11月5日正式公開國軍「未來戰士」的武器配備，同時已勾勒出「未來戰士」戰力及安全維護配備，國軍的「未來戰士」，從頭到腳的基本配備包括防彈抬頭顯示頭盔、防雷射光防護眼罩、夜視鏡、熱影像顯示儀、雷射測距儀、敵我識別器、高頻遠距通信系統、個人資料整合電腦、防彈衣及XT-86戰鬥步槍，全配備的單兵裝備，可遂行全天候作戰，讓國軍單兵

註三 同註二，頁89-90。

註四 蔣仁符，「模擬訓練之進展」，陸軍學術月刊(桃園)，第455期，民國92年7月。

註五 「國家太空計畫室網頁」，<http://www.nspo.org.tw/c60/home/>

作戰，甚至整體戰力不再有死角^{註六}。

「福爾摩沙二號衛星」中部分重要儀器設備非國內製造，故關鍵技術還是掌握於國外先進國家，而「未來戰士」中定位技術採用美國之GPS定位技術，GPS定位訊號易受敵軍之干擾或受敵軍提供之偽訊號影響導致無法提供精確定位座標，故發展「3S」技術時須特別留意關鍵技術是否國內可主導，避免受制於他人。國防部亦了解「3S」技術對建軍備戰之重要性，故於「九十三年國防報告書」之第四篇「國防資源與管理」之第十三章「國防科技」中明確指示，因應中共可能利用衛星優勢對我進行精準攻擊，國軍在主動防禦方面規劃「反制衛星偵測、通信及干擾GPS定位導引」武器系統，完成後將可對中共通信衛星實施干擾作業；被動防禦方面則規劃「偽裝、掩蔽及強化陣地結構防護」等措施，並將籌建「高解析度固定、機動衛星接收站」、「衛星情蒐裝備與技術」等能量列為遠程目標^{註七}。

陸、結 語

高科技軍事測繪技術於現今高科技數位戰場上扮演非常重要的角色，例如：美國、歐盟或中共等科技先進國家皆利用高科技軍事測繪技術有效建構數位戰場、情資蒐集及提升導引武器之打擊精確度，遂行數位作戰，期快速有效殲滅敵軍。中共亦已認知高科技軍事測

繪技術在未來作戰中將扮演極重要之角色，故除妥善應用傳統基礎測繪技術外，更積極發展高科技衛星測繪科技，期能建立自我數位戰場，並與美國抗衡。反觀國內衛星工業正值起步階段，而國內具衛星測繪技術之學術單位(例如：國防大學中正理工學院測繪系、中央大學太空及遙感探測研究中心、成功大學測量及空間資訊系及交通大學土木系測量組等)，其資訊處理技術早已純熟。本文建議藉由軍事測繪單位發展低成本(與發展衛星比較)之偽地形及GPS衛星及中共北斗導航衛星偽定位訊息等技術，供國軍執行欺敵作戰，如經費許可再自行發展衛星(操控權須掌握於我國)，執行及時軍事測繪，建構數位戰場，支援C⁴ISR作戰，提升嚇阻力量。

收件：93年11月15日

修正：93年12月21日

接受：94年01月10日

作者簡介

陳松安博士，陸軍中校，中正理工學院測繪系77年班、國立交通大學土木工程碩士、國立交通大學土木工程博士；現任職於國防大學中正理工學院助理教授。

^{註六} 陳東龍，「戰力無死角，聯勤打造未來戰士」，東森新聞報(臺北，民國91年11月5日)。
^{註七} 「中華民國九十三年國防報告書」(臺北)，<http://www.mnd.gov.tw/>