

全球定位系統之現況、 未來發展與我之因應作為

作者簡介



趙育賢少校，中正理工學院專科23期、通校正規班160期；曾任排長、副連長、通信官，現任職於步校軍聯組聯三小組。

◆ 提 要

- 一、自1991年波灣戰爭以來，美軍為主導的各場戰役均以精確打擊拉開序幕，其所憑藉的就是全球衛星定位系統，使作戰遂行能達到效果大、時間短、低傷亡的驚人戰果。
- 二、目前全球運作中的衛星定位系統有美國的「NAVSTAR」系統、俄羅斯的「GLONASS」系統、中共的「北斗」系統，而發展中有歐盟的「伽利略」系統、日本的「準天頂」系統。
- 三、中共為具備定位導航的能力，採取的作法如次：(一)採用美國的「GPS系統」；(二)發展自身的「北斗」系統；(三)加入由歐盟所開發的「伽利略」系統。
- 四、我因應之道：(一)結合軍民資源；(二)發展(GIS)地理資訊系統；(三)發展UAV；(四)結合戰場共同圖像；(五)發展反制之道。

前言

第一次波灣戰爭前，作戰人員、友軍部隊、攻擊目標等等的資訊，在瞬息萬變的戰場上，猶如身處濃霧之中，常造成彈藥的浪費與誤擊友軍事件，隨著科技的發展，全球定位系統被普遍用於戰場，使戰爭的方式產生革命性的變化。

全球衛星定位系統其最大的作用：讓使用者知道目前身處何地與方位，最原始的資料是提供使用者所在地的經緯度及高度的數據，經過電子地圖的搭配後，可以更確切的知道相關資訊，如：本身所處的道路名稱、目標位置、甚至可以實施機動路線的規劃，更讓世人見識到自1991年以美軍為主導的波灣戰爭、科索沃戰爭、阿富汗戰爭、美伊戰爭等，利用精確導引實施遠程精確打擊的戰果。

目前全球運行中的衛星定位系統有美國的「NAVSTAR」系統、俄羅斯的「GLONASS」系統、中共的「北斗」系統，發展中而尚未達到實用規模有歐盟的「伽利略」系統^①、日本的「準天頂」系統^②，從冷戰時期美俄兩大強權爭相發展，到現今歐盟、中共為避免受制於人而欲發展其衛星定位系統，甚至加入「伽利略」系統的發展；與美國軍事上友好的日本也想發展強化GPS系統的「準天頂」系統，這些都顯示了準

確定位對於當前世界各國的重要性，都害怕失去準確定位的能力，也不願在這方面受制於人。目前使用最廣泛的衛星定位系統莫過於美國的「GPS」系統，本文蒐集美國GPS系統的發展過程及其運用GPS所獲致之戰果、中共GPS系統之發展等相關資料，並提出我因應作為，俾供國軍幹部參考。

導航系統的發展

一、最古老的人工定位、導航裝置：指南車。

遠古時代，人們多利用觀察星座的位置變化來確定自己的方位，進而實施方向、方位的確認，但這是相當簡略的方式，並不精確，而且受外在環境影響很大。黃帝大戰蚩尤時，發明了「指南車」，用其作為辨識方向、方位確認之用，在大霧中仍能指揮調度軍隊，進而擊敗蚩尤，「指南車」堪稱是最早的定位系統。

二、第一代衛星導航系統：子午儀衛星導航系統（NNSS）。

二十世紀電磁、電子理論與技術的蓬勃發展，為新型導航技術的形成提供堅強的理論基礎和技術基礎，更重要的是人類的思維從被動的利用宇宙中現存的星體來當參考點，擴展到利用人工的標地來當參考點，並據以開發更精密的導航定位系統，美國海軍武器實驗室委託霍普金斯大學應用物理實驗室研製海

註①：和訊部落，<http://tribe.hexun.com/>；http://fish0513.blog.hexun.com/5111230_d.html

註②：國科會國際科技合作簡訊網，〈國科會國際科技合作簡訊2004年第9期〉，民國93年9月30日，<http://stn.nsc.gov.tw/welcome.htm>，頁6。

軍導航衛星系統，1964年1月正式完成並由軍方使用，直至1967年7月該系統才由軍方解密供民間使用，另於1972年及1981年另發射衛星以增進其精確度，此系統是由6顆衛星組成，其平均高度約為1千公里^③。該系統的成功開發及使用，使美國軍方驗證了由衛星進行定位的可行性，也為日後的全球衛星定位系統（GPS）奠定發展的基礎。

三、美國第二代衛星導航系統：全球衛星定位系統（NAVSTAR Global Position System）。

子午儀衛星導航系統（NNSS）的成功證實了由衛星進行定位的可行性，但也因以下缺點，使美國軍方產生了研製第二代的衛星導航系統的想法^④：

（一）一次定位所需時間過長，無法滿足高速用戶的需要。

（二）衛星出現時間間隔過長，無法滿足連續導航的需要。

（三）子午衛星導航系統的定位精度偏低，這更是該系統最迫切需要改進的項目。

有了「子午儀衛星導航系統（NNSS）」成功的經驗及基礎，並為

了滿足軍事上對三度空間導航的需求，美國國防部遂於1973批准研製第二代導航定位系統，也就是一直延續至今的全球衛星定位系統（GPS）。

基本架構（如圖一）^⑤

全球衛星定位系統包含太空、地面控制及用戶端部分，分述如下：

一、太空部分

由24顆人造衛星組成，這些衛星平均分布於6個軌道面上，其軌道面與地球赤道平面之傾斜角約55度，此一角度使其訊號傳送範圍可達南北極地區。

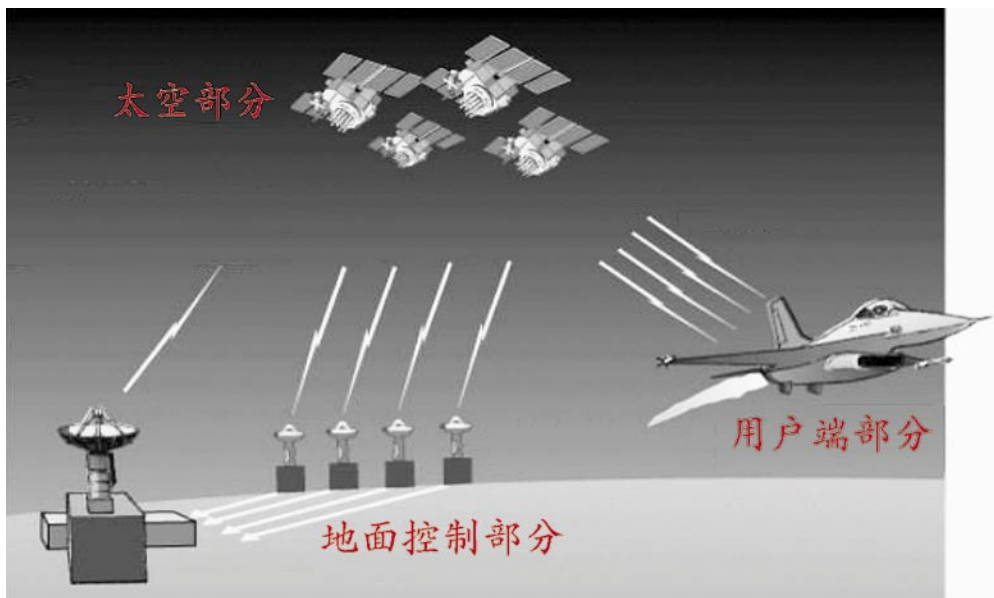
二、地面控制部分

其主要任務為追蹤與檢查24顆衛星的位置與運作狀況是否正常，它是由1個主控站、4個無人地面控制站，以及3個地面天線所組成。主控站位於美國科羅拉多州春田市的Falcon空軍基地，其他4個無人監控站分別位於夏威夷、南大西洋的亞松森島(Asension Island)、印度洋的狄耶哥加西亞(Diego Garcia)以及馬紹爾共和國的瓜加林珊瑚島，地面控制站主要的作用為監控衛

註③：中國大百科智慧藏，<http://203.72.2.116/cpedia/Default.htm>；<http://203.72.2.116/cpedia/Content.asp?ID=35893&Query=1>

註④：和訊部落，<http://tribe.hexun.com/>；http://fish0513.blog.hexun.com/5111230_d.html

註⑤：葉振男，〈拓璞產業研究所焦點報告：尋找明日之星——GPS技術原理與市場趨勢〉（臺北：April 29,2004），頁2～4 http://203.66.161.5/document/mic_digi/Topology/report_topology/IA/2004/040428GPS.pdf#search=%22%E5%B0%8B%E6%89%BE%E6%98%8E%E6%97%A5%E4%B9%8B%E6%98%9F%E7%BC%8D%20GPS%20%E6%8A%80%E8%A1%93%E5%8E%9F%E7%90%E8%88%87%E5%B8%82%E5%A0%B4%E8%B6%A8%E5%8B%A2-040428GPS.pdf%22



圖一 GPS之基本架構

資料來源：拓璞產業研究所焦點報告，〈尋找明日之星——GPS技術原理與市場趨勢〉，April 29, 2004，頁2修飾而成^⑥。

星之工作狀態及位置，並調整GPS衛星之时序偏差與軌道路徑等訊息，以確保GPS衛星能將正確的資料傳送至GPS接收器。

三、用戶端部分

泛指所有可接收衛星定位信號之接收器，不論民間或軍方均有眾多使用者，民間之使用多用人員定位、車輛位置掌握或路徑規劃（研勤科技開發之PAPAGO軟體可結合PDA、電腦、GPS接收器及電子地圖實施定位、導航等功能），軍方除使用GPS掌握人員、車輛、飛機、艦艇之位置外；更將其使用於飛彈的導航，以實施精確打擊。

美國全球衛星定位系統（GPS）之發展及工作原理

一、計畫及其實施^⑥

美國國防部於1973年批准的第二代導航定位系統，原擬將24顆衛星放置在互成120度的三個軌道上，但因為預算的壓縮使得該計畫變更為將18顆衛星分布在互成60度的6個軌道上；但此一方案卻使衛星可靠性得不到保障，於是在1988年又進行一次修訂，使用21顆工作衛星和3顆備份衛星分布在互成30度的6條軌道上，即是現在GPS衛星所使用的工作方式，該計畫的實施可區分為三個階段：

註⑥：維基百科，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A6%96%E9%A1%B5>；<http://zh.wikipedia.org/wiki/5%A8%E7%90%83%E5%AE%9A%E4%BD%8D%E7%B3%BB%E7%B5%B1>

(一)方案論證和初步設計階段：從1978年到1979年，由位於加利福尼亞的范登堡空軍基地發射4顆試驗衛星，這一階段主要研製地面接收機及建立地面跟蹤網，其結果令美國軍方感到滿意。

(二)全面研製和試驗階段：從1979年到1984年，又陸續發射7顆試驗衛星，研製各種用途的接收機，其結果顯示出，GPS定位精度遠遠超過設計標準，利用粗碼定位，其精確度可達14公尺。

(三)實用階段：1989年2月4日第一顆GPS工作衛星發射成功，此階段宣告GPS系統進入工程建設狀態。1993年底實用的GPS系統已經完成，亦即當初所規劃的使用21顆工作衛星和3顆備份衛星，分布在互成30度的6條軌道上。

二、工作原理

(一)導航衛星的概念起源：美國約翰·霍布斯金大學應用物理實驗室的研究人員提出導航衛星的基本構想：既然可由已知觀測站的位置知道衛星位置，如果已知衛星位置，也能測量出接收者的位置，這種「從已知的衛星位置，測量出接收者的所在位置」的概念，就是最早全球衛星定位系統概念^⑦。

(二)全球衛星定位系統（GPS）導航系統的基本原理^⑧：測量出已知位置的衛星到用戶接收機之間的距離，再

綜合多顆衛星的數據就可知道接收機的具體位置；簡單的說，GPS是利用基本的三角測量原理，來達到定位的目的。每個GPS衛星在運行時，每個時間點都會有一個座標值；這個座標值是已知的，GPS接收機所在位置的座標是未知的，也就是我們所想知道的；由每顆衛星的所在位置，測量每顆衛星至接受器間距離，進而計算出接受器所在位置的三度空間座標值。說明如下：

①GPS接收設備接收到1顆衛星訊號時，可以計算出其間的距離，但無法知道其方向，接收機可能位於以衛星為中心的球面上任一點（如圖二）。

②GPS接收設備接收到2顆衛星訊號時，接收器可能位於2個球面所交會的圓周上（如圖三）。

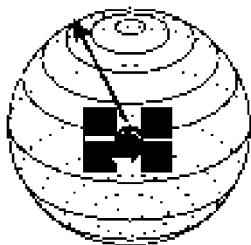
③GPS接收設備接收到3顆衛星訊號時，此3個衛星之信號會在3個球面產生2個交會點，1個交點會在地球表面，另外則在太空中，GPS會判斷並摒除太空中的那個點（如圖四）。

④因為衛星位於約2萬公里之太空，其信號由GPS接收設備收到時，會有時間差，其時間差則由第4顆衛星的訊號實施校正，以獲得GPS接收設備正確可靠的位置及高度。

⑤GPS接收設備收到5顆（含）以上之衛星的訊號時，將會摒除較差的訊號源，並將各訊號源所產生球面之交會點計算出來，獲得更佳的精確度。

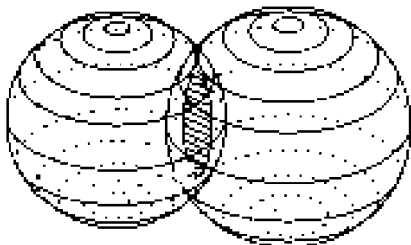
註⑦：維基百科，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A6%96%E9%A1%B5>；<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%A8%E7%90%83%E5%AE%9A%E4%BD%8D%E7%B3%BB%E7%B5%B1>

註⑧：魏淑娟，〈GPS簡介〉，<http://ykuo.ncue.edu.tw/report/034-GPS.doc>，頁2～3。



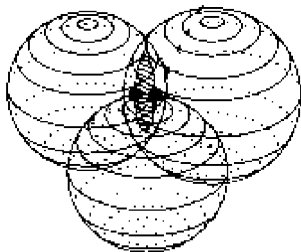
圖二 GPS接收設備接收到1顆衛星訊號時，接收機可能位於以衛星為中心的球面上任一點。

資料來源：拓璞產業研究所焦點報告，〈尋找明日之星-GPS技術原理與市場趨勢〉，April 29，2004，頁7修飾而成^⑥。



圖三 GPS接收設備接收到2顆衛星訊號時，接收器可能位於2個球面所交會的圓周上。

資料來源：拓璞產業研究所焦點報告，〈尋找明日之星-GPS技術原理與市場趨勢〉，April 29,2004，頁8修飾而成^⑥。



圖四 GPS接收設備接收到3顆衛星訊號時，此3個衛星之信號會在3個球面產生2個交會點，1個交點會在地球表面，另外則在太空中，GPS會判斷並摒除太空中的那個點。

資料來源：拓璞產業研究所焦點報告，〈尋找明日之星-GPS技術原理與市場趨勢〉，April 29,2004，頁8修飾而成^⑥。

GPS在近代戰爭的表現

一、1991年波灣戰爭^⑨

GPS被明顯的使用在戰場是1991年波灣戰爭，當時的戰場環境：一望無際的沙漠、有限的道路、惡劣的天候，再加上過時的地圖，不僅是地面作戰的部隊，連飛機駕駛員所執行的空中作戰、運輸等任務都面臨相當大的困擾，他們急迫的需要一個能準確導引的工具，否則，部隊是否能往正確的方向移動都是問題，更妄論執行作戰任務。於

是，美國軍方採購了約9,500具的GPS接收機，至1992年美軍部隊裝備約15,000具的GPS接收機，波灣戰爭期間，美國為確保GPS的效能，另發射2枚衛星。

(一)就地面部隊而言，GPS的運用讓他們瞭解前往目標的正確方向與路線，特種部隊也藉以正確判斷進出伊拉克的正確路線。

(二)就空中攻擊而言，在空中作戰的初期，首要是有效摧毀伊軍防空設施，而對伊軍警報陣地的精確定位和有

註⑨：張嘉強，〈GPS軍民運用〉（桃園），中正理工學院 測繪工程系，http://web.ydu.edu.tw/~ccchang/GPS_application.pdf#search=%22GPS%20%20%E5%BC%B5%E5%98%89%E5%B7%20%E8%BB%8D%E6%B0%91%E9%81%8B%E7%94%A8%22。

效打擊，使美國和盟國戰機，能有效摧毀或壓制伊軍的防空能力。打開伊拉克空防之門的第一次攻擊，是由美軍的AH-64直升機搭配具有GPS的MH-53直升機所完成的。

(三)美軍所部署裝配有GPS的B-52 G轟炸機，依靠準確的目標位置及精確導航數據，使其轟炸任務順利執行，對伊拉克造成相當嚴重的破壞。

(四)裝有GPS的F-16戰機也有相當的戰果，其精確GPS定位資訊所提供的航行數據，有效的協助這些戰機對目標實施猛烈攻擊，即使在夜間或惡劣的氣象條件下，仍能成功的執行任務。

(五)在補給品輸送、供應方面，GPS也有重要的貢獻，對於需要補給的部隊來說，GPS能有效防止單位內發生汽油、食品、彈藥和飲水短缺的情形，因為他們能利用GPS設備更快、更準確的找到相關的補給點，運用在戰地醫療設施的部分，GPS設備更有助於縮短戰場傷患的處理時間。

二、科索沃戰爭、阿富汗戰爭、2003年美伊戰爭

自從1991年波灣戰爭後，GPS不再單純的使用在飛機、船艦、車輛、人員的導航，而是進一步的大量開發運用於武器上，而除了攻擊行動外，也順利

完成相關的救援任務。

(一)鮑威爾在1991年的波灣戰爭曾對史瓦茲科夫說：「我希望你瞭解，每當你發射1枚巡弋飛彈，就如同2百萬美元飛走一樣」^⑩，由此可知，精準武器的使用雖然讓聯軍獲得了相當不錯的戰果，但是，造價是昂貴的，即使較便宜的雷射導引炸彈，也要價5萬5,000美元^⑪，且雷射導引炸彈容易受到外在，如煙幕等環境而影響其準確性，麥皮克（Merrill McPeak）將軍任美國空軍參謀長時表達了他的需求：「我需要一枚全天候使用的精靈炸彈」^⑫，美國軍方因而研發了以全球定位系統（GPS）為導引方式的武器——「聯合直攻彈藥（Joint Direct Attack Munitions, JDAM）」^⑬，其造價為16,000美元且可安置於二次世界大戰或韓戰時期的炸彈上^⑭，聯合直攻彈藥的發明，讓實施精確打擊的精靈武器價格下降，1999年的科索沃戰爭中，美軍開始使用GPS做為攻擊武器的導引方式，和雷射導引武器相比，GPS導引具有不受天候影響，及射後不理的優點，並可減低不必要傷亡（尤其是平民），可減少國際輿論抨擊。

(二)由1991年波灣戰爭到2003年的美伊戰爭，對於精準武器的使用從8%

註⑩：布魯斯·薄科維茨（Bruce Berkowitz）著，國防部史政編譯室譯印，《戰爭新風貌——廿一世紀作戰方式》，頁131。

註⑪：同註⑩，頁132。

註⑫：同註⑩，頁133。

註⑬：同註⑩，頁140~141。

註⑭：同註⑩，頁141。

增加至90%，其中使用GPS導引武器的比例也從10%增加至98%^⑮。

(三)救援任務上，GPS也有相當的表現。1995年6月2日，30歲的美國空軍飛行員歐圭地上尉駕駛F-16戰機，至塞爾維亞執行「禁航區」監視任務時被擊落，經由攜帶的手持式GPS接收器及無線電接收機躲避敵人的追蹤，終於在6天後由GPS座標指引陸戰隊直升機成功地救援^⑯。

三、美國的GPS系統的升級計畫

自從1991年波灣戰爭以來，美軍運用GPS成果豐碩，在價廉、精準的優點下，美軍對其使用的比例也越來越高。但在2003年的美伊戰爭中，美軍發射的GPS導引武器卻未達到預期的戰果，究其原因：美國的GPS系統受到干擾，基於軍事上的需求，決定對GPS系統實施升級，其實施的方式及功能如次^⑰：

(一)增加新的GPS信號，以增強其發射功率、較佳的抗干擾及保密性。

(二)研發新一代軍用GPS接收機，提高其抗干擾能力。

(三)改善地面設備並著手開發GPS III計畫，其功能包括：提高發射功率到100倍、提高信號抗干擾能力到1,000

倍、GPS導引彈藥的精確度可達至1公尺。

中共在衛星定位方面的發展

1991年波灣戰爭中，美軍運用GPS所獲致的戰果，使中共開始對衛星導航定位系統的研究，除了當時最普及的美國GPS系統，也包含前蘇聯所建立的GLONASS系統，更研究如何建立自己的衛星導航系統，其發展方向可區分為三方面，分別使用美國的「GPS系統」、發展自有的「北斗系統」、加入歐盟的「伽利略系統」，簡述如下：

一、使用美國的GPS系統

在當時，GPS的功能較GLONASS穩定，民用接收器易在市場購得，於是中共以建立大規模的差分式GPS（DGPS）的方式提供軍民使用，差分式GPS系統是從一個已知的站臺（已知其精確位置）修正GPS的誤差，並將修正量發送給GPS接收器，以增加GPS接收器的精確度。中共建立了1個主控站、4個衛星跟蹤站、數量龐大的差分基準站、監測站與差分信息廣播站，達成其內陸至沿海導航定位的目的^⑱。

註⑮：新華網，〈空間力量：資訊化戰爭的制高點〉，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/mil/2005-03/15/content_2698303.htm

註⑯：施大千，〈全球衛星定位系統(GPS)在軍事作戰之應用〉《空軍學術月刊》，第568期，2005年7月6日。

註⑰：中國GIS資訊網，〈美國GPS系統要「變臉」——透析美國GPS現代化計畫〉，<http://www.gissky.com/Gps/ShowArticle.Asp?Sid=31&ID=1300>

註⑱：應天行，〈衛星導航定位系統的世界大戰〉《全球防衛雜誌》，第226期，2003年6月，頁64～65。

二、發展自有的「北斗」系統

(一)由於GPS乃為美國軍方開發並釋放供全球使用的，美國握有控制權，故中共認為，若一味依賴美國的GPS系統，在軍事上將有一定程度的風險，於是在1988年完成「2000年的中國軍事導航技術」研究報告，提出適合其本身衛星導航系統及研究方案^①，其發展階段如下：

①第一階段：建立「北斗」衛星導航系統^②。

於2000年底發射「01星」與「02星」，分別位於東經80度與140

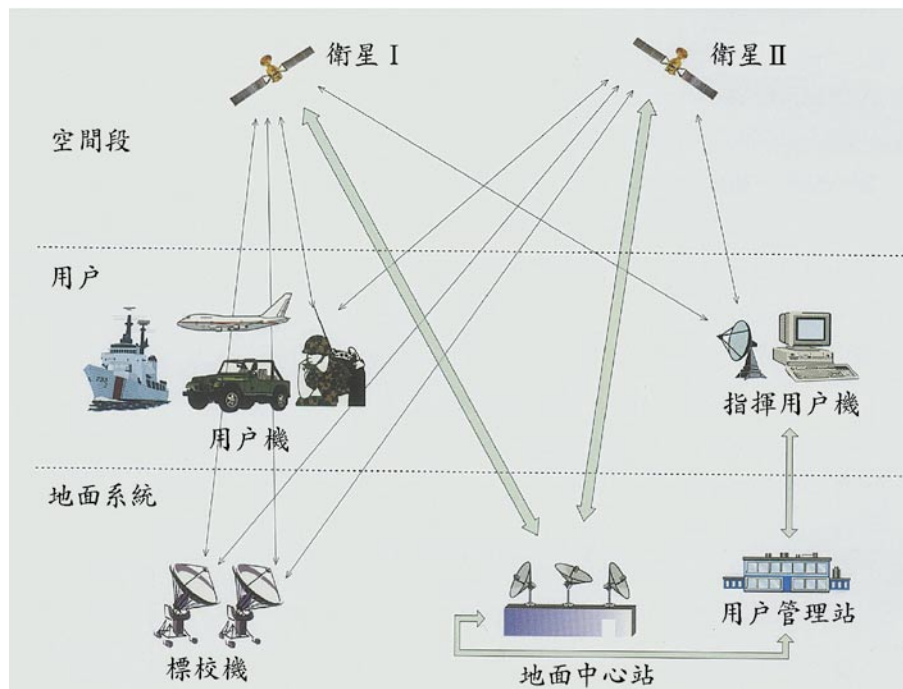
度，其可涵蓋大陸、臺灣等亞太地區。

②第二階段：發射備用衛星^③。

於2003年發射「03星」，位於東經110度，其目的乃在做為「01星」或「02星」故障時接替之用，若「01星」、「02星」均正常工作，則「03星」可用來增強「北斗」衛星導航系統的精確度。

③第三階段：建立可三度空間導航的系統^④。

(二)共軍對「北斗」衛星導航系統的運用（如圖六）^⑤。



圖五 「北斗一號」系統工作原理圖

資料來源：航天科技股份有限公司<http://www.spacestar.com.cn/new/showproducts.asp?id=1&cid=52&unid=193>

註①：同註⑧，頁65。

註②：同註⑧，頁66。

註③：同註②。

註④：同註②。

註⑤：於下頁。

「北京北斗星通導航技術股份有限公司」與廣州軍區某部隊合作，研製「北斗一號」的指揮控制系統組成與功能，以下略做說明：

①系統組成

「北斗一號」的指揮控制系統由指揮控制系列軟體和用戶設備共同組成。

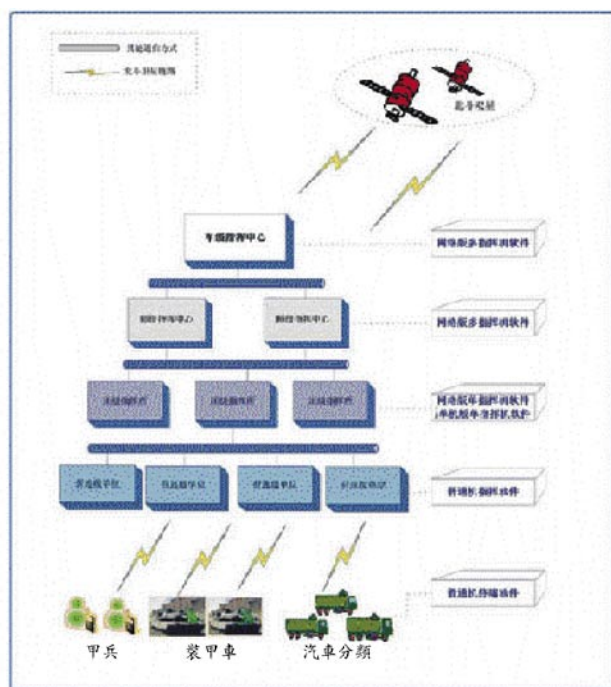
②系統功能

- 1、部隊位置監控。
- 2、決心圖和實時態勢圖的綜合顯示。

- 3、代碼（代號）指揮。
- 4、遠程態勢共享。
- 5、輔助聯合火力打擊。
- 6、作戰時間同步。
- 7、戰場區域報警。
- 8、單位編製配置。
- 9、戰損統計與精確保障。
- 10、網絡模擬訓練。

三、中共在技術方面

短時間內並無法有效改善「北斗」系統的缺點，於是加入由歐盟所開發的「伽利略」全球導航衛星計畫²⁴，一方



北斗一號指揮控制系統組成



北斗指揮型用戶機



北斗車載型用戶機



北斗手持型用戶機（單兵）

圖六 共軍對「北斗」衛星導航系統的運用及硬體組成

資料來源：北京北斗星通導航技術股份有限公司網站內相關介紹整合而成，http://www.navchina.com/Article_system.asp?ArticleID=449

註²⁴：北京北斗星通導航技術股份有限公司，<http://www.navchina.com/index.asp>、http://www.navchina.com/Article_system.asp?ArticleID=449

面能確保不受制於美國，另一方面也能吸收相關的技術，藉以改善「北斗」系統。

以下針對「伽利略」系統作一個簡單的介紹^㉔：

(一)發展沿革

基於軍事上對美國GPS系統的顧慮及商業上的利益，歐盟國家於1990年代初期便有了「建設屬於歐洲的衛星定位系統」，1999年做成了建設「伽利略」系統的決定，2002年進入研發階段。

(二)基本架構

基本上歐盟「伽利略」系統運

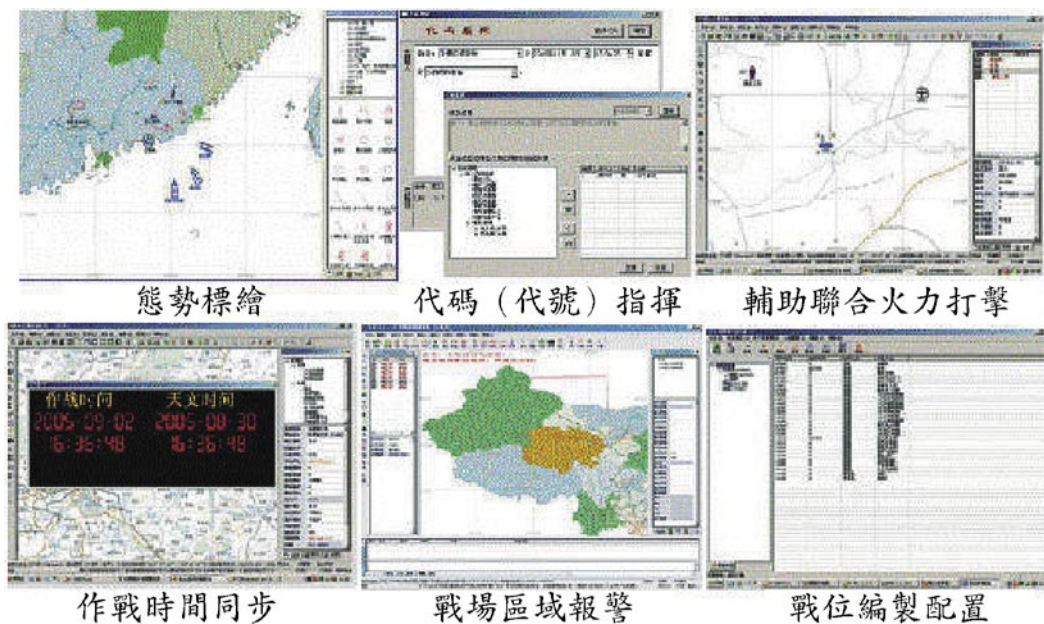
作的原理與美國的GPS系統運作原理是大同小異的，硬體部分則由30顆衛星（27顆作業衛星，3顆備用衛星）分布於3個距地球約23,616公里的軌道面上。

(三)使用效能

「伽利略」系統是一個以民用為主的系統，不會因軍事安全的理由而關閉，其提供之定位資訊誤差值在1公尺以內。

(四)目前概況

「伽利略」系統的第1顆衛星已於2005年12月28日發射升空，進入軌道^㉕，第2顆衛星預計於2007年發射



圖七 系統功能

資料來源：北京北斗星通導航技術股份有限公司網站內相關介紹整合而成，http://www.navchina.com/Article_system.asp?ArticleID=449

註^㉔：《中國新聞週刊》，第156期，2003年11月17出版，<http://www.chinanewsweek.com.cn/2003-11-20/1/2588.html>

註^㉕：同註^㉔，頁64。

27，整個系統啟用所需的30顆衛星將在2010年前發射完成，預計使用者可在2010年使用「伽利略」系統28。

我因應作為

在前言中曾提到，日本也發展「準天頂」全球定位系統，但這個系統並非要與美國的GPS系統分庭抗禮的，相反的，這個系統是可以增加美國的GPS系統在東亞地區的精確度29，所以美國也對該系統提供相當的支援30。

就當前的國際情勢與兩岸關係，或許要發展衛星定位導航系統這樣敏感的科技是相當不易，將有相當大的阻力，無法如日本那樣獲得美國的支持及支援，基於我國大多使用美援裝備，即使受限於當前環境因素，無法開發相關系統，亦可善用美國的GPS系統，並朝以下方向努力：

一、結合軍民資源

臺灣電子產業的能力在國際間是受到肯定的，GPS接收器的製造能力更是無庸置疑的，臺灣國際航電就是以提供美軍手持式GPS而聞名，除向外採購，亦可訂定諸如防水、耐震等惡劣環境下仍能正常使用之規格，結合目前軍民科技要完成這些規格應該不是難事。

二、發展GIS（地理資訊系統）

GPS所顯示出來的多是經緯度的數據，應用在中、長程的機、艦、飛彈等是相當實用的，但是對於實施地面作戰的人員而言，就有點不切實際了，畢竟他們需要知道的是周邊的環境、身處於何處、甚至鄰兵在哪裡、所需要的支援在哪裡，GPS加上GIS將可以協助機動部隊規劃正確、快速的機動路線，雖然各單位平時便會實施戰場經營、規劃機動路線等工作，但是，戰場狀況瞬息萬變，可能原訂的機動路線道路遭破壞，在城鎮林立、道路密布的狀況下，各型車輛機動時有其對道路寬度、橋樑承載重量的要求，此GPS加上GIS的功能讓部隊迅速的機動到作戰地區，這部分的技術，民間相關廠商已有相當成果，軍方可以朝向如何將之整合進入「戰場共同圖像」發展，甚至與友軍間的情資共享，以發揮更大的助益。

三、發展無人飛行載具（UAV）

戰場瞬息萬變，適時掌握情資及戰場狀況對指揮官的決心是相當重要的，UAV加GPS，可減少人員進入敵區（或毒氣、疫區等危險地區）的機會，且同樣可以提供情資供指揮官下達決心，國內UAV的發展目前已由中科院

註26：自由電子報，〈伽利略衛星順利升空〉，<http://www.libertytimes.com.tw/2005/new/dec/29/today-int4.htm>，2005年12月29日星期四。

註27：人民網，〈第2顆伽利略導航試驗衛星將推至2007年發射〉，<http://world.people.com.cn/GB/1029/42356/4804897.html>，2006年09月12日。

註28：同註26。

註29：世界新聞報，〈日本偷偷研製衛星定位系統〉，http://big5.chinabroadcast.cn/gate/big5/gb.chinabroadcast.cn/2201/2004/12/06/401@382385_1.htm

註30：同註29。



圖八 美國海軍陸戰隊員在練習使用GPS系統

資料來源：世界新聞報，〈美國威脅攻擊中歐衛星〉，<http://big5.chinabroadcast.cn/gate/big5/gb.chinabroadcast.cn/2201/2005/08/04/145@648004.htm>

研發完成「天隼二型」、「中翔二型」等可執行偵巡任務無人機，具長期滯空飛行、短場起降、高酬載及電子反干擾能力；並可做即時性資訊傳輸，資料鏈加密後，可傳輸顯示飛行狀態、飛行即時影像及電子地圖航跡等資料；並已多次參加國軍漢光演習，圓滿達成任務^⑪。

四、配合戰場共同圖像

GPS加UAV（或人員偵察）將蒐集獲得的資料整合顯示於資訊載臺上，顯示出一個綜合性的戰場圖像，將可有效使戰場透明化^⑫，使指揮官更瞭解當前戰場狀況，做出更適當之部隊調度與火力分配。

五、發展反制之道

（一）蒐集並驗證相關之干擾系統之效能

在民93年國防報告書中第四篇第十三章中有如下之說明：為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。另外籌建戰場管理等作戰應變措施，律定指揮關係與作戰編組，以整合現有戰力，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。

由此可見，「反制衛星偵測、通信及干擾GPS定位導引」早已納入相關之計畫及建設中，且如前所述，2003年的美伊戰爭中，美軍的GPS導引武器就遭伊拉克以干擾系統，使其失去應有的效能，隨著科技的進步，反制作為應可更多元化並更加有效，我方應運用各項演訓加以驗證，瞭解成效。

（二）加強研究衛星定位系統

①研究美國的GPS系統可讓我方瞭解其特性與限制，進而發展相關之防護手段。

②研究中共北斗系統、俄羅斯GLONASS系統、歐盟伽利略系統，當可從其中判斷中共目前技術程度並瞭解該系統之限制，進而發展相關之干擾技

註⑪：《中華民國九十三年國防報告書》，第四篇第十三章，頁169。

註⑫：黃志泰，〈戰場覺知——戰場即時共通圖像系統〉《2005年臺灣地理資訊學會年會暨學術研討會論文集》，<http://www.tgis.org.tw/upload/sem/20051028225338.pdf>，頁4。



圖九 戰場共同圖像

資料來源：2005年臺灣地理資訊學會年會暨學術研討會論文集戰場覺知——戰場即時共通圖像系統，<http://www.tgis.org.tw/upload/sem/20051028225338.pdf>，頁4

術，以做為自我保護的手段。

③因受限於國際環境而無法自力發展相關系統，但透過相關的研究，瞭解敵我之特性、限制，亦不失為當前可行的方法之一。

結 論

克勞塞維茨在其《戰爭論》中提到：「戰爭充滿著不確定性，用兵時有四分之三的因素，均為或濃或淡之不確定的迷霧所包圍^④。」戰場上的迷霧不僅遮蔽敵軍，也困惑了我軍，破除戰場上的迷霧，也就是在戰場上必須要知敵、知我，要知敵，可以透過許多情資偵蒐的手段為之，要知我，通常都是靠部隊本身的回報；但是，戰場狀況瞬息萬變，此時回報的狀況可能下一刻就變了，這將造成指揮官無法下達決心或

是下達不適當的決心。拜科技之賜，知我的手段中，有了GPS的選項可供選擇，對於掌握自身部隊的行蹤可藉以確實掌握，當然，定位、導航只是諸多衛星其中的一種，其他尚有通信衛星、偵照衛星等等，這些都是相互運用的，並非單一種手段就可以畢盡全功的。這些手段對於知敵、知我，破除戰場迷霧均有相當助益，國軍應儘早規劃納入運用手段，並研擬反制之道；凡事有法必有破，除了及早規劃與運用，更要掌握、瞭解其限制因素與反制之道，避免破除戰場迷霧的手段，反成了另一種的戰場迷霧。

收件：95年10月28日

第1次修正：95年11月14日

第2次修正：95年12月12日

接受：95年12月18日

註④：Bill Owens、Edward Offley 著，曾祥穎譯，《軍事事務革新——移除戰爭之霧》（臺北：麥田出版社：城邦文化發行，民國91年），頁14。