



GPS 霸主退位？

衛星技術對共軍戰力之提升

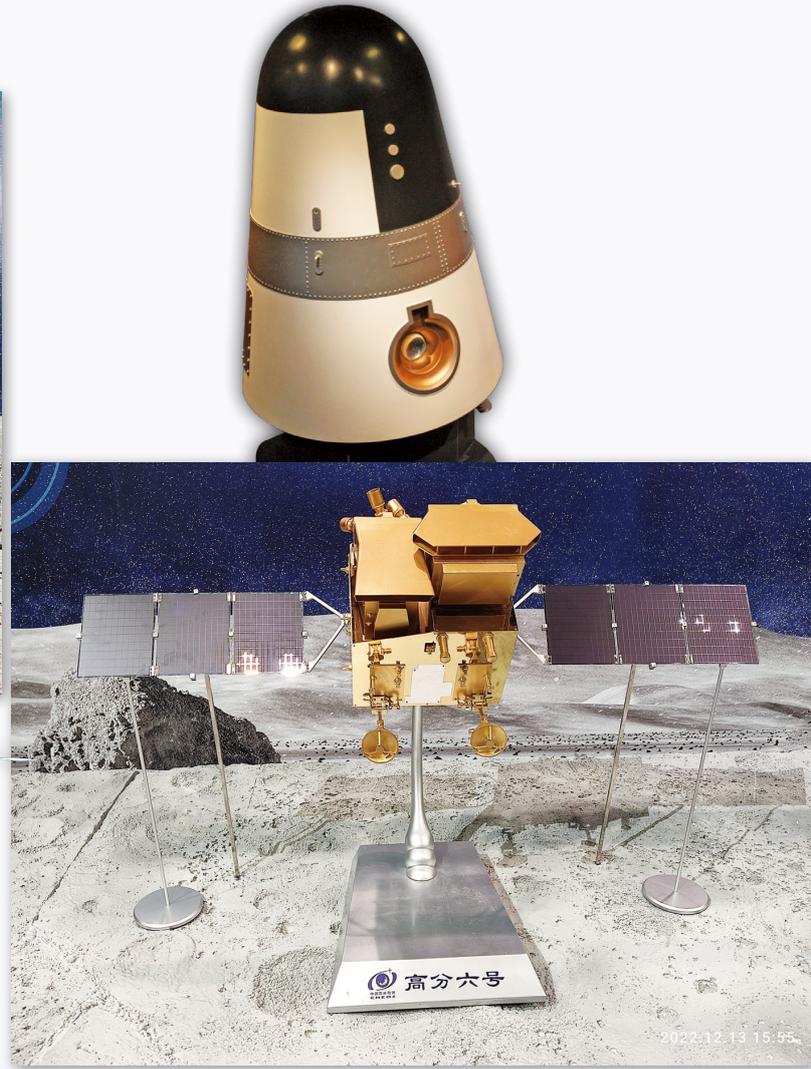
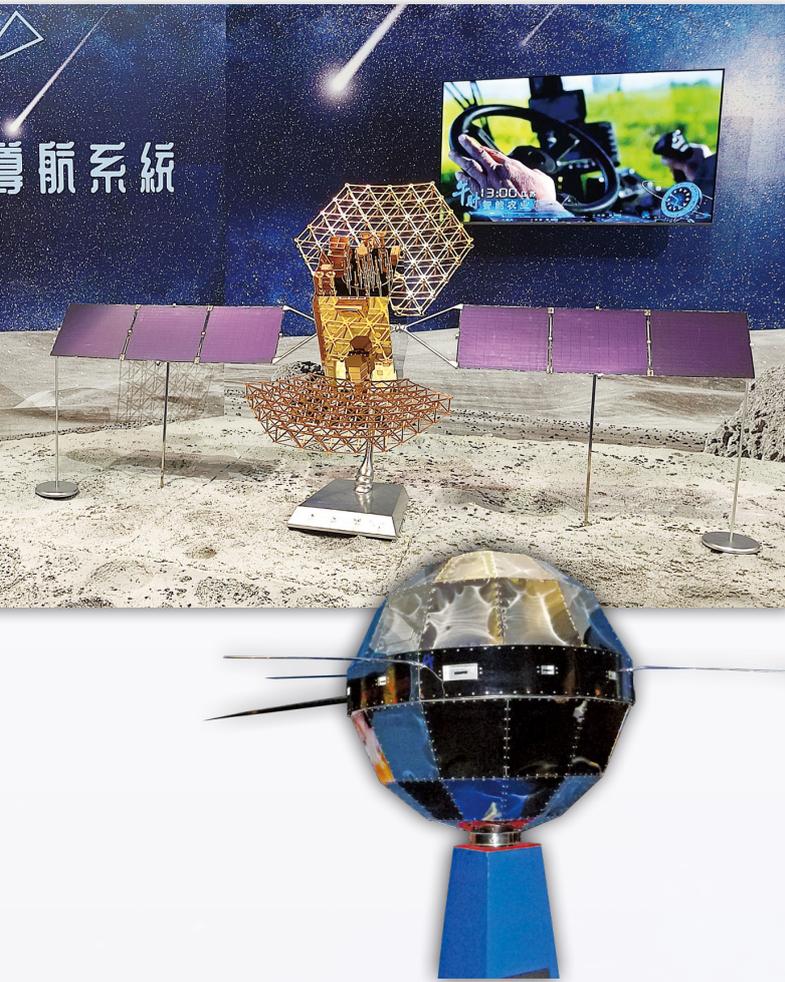
◆ 調查局兩岸情勢研析處 — 楊宗新

依據美國太空總署（NASA）定義，衛星係指在太空中圍繞另一物體運行的物體，依其形成方式可分為天然衛星及人造衛星。

大陸的軍用衛星

本文所稱之衛星，係專指人造衛星。人造衛星依其功能不同，至少可分為十多種，而在軍事應用上，較常見的則有導航、遙測、偵察、預警、通訊及氣象等用途的衛星。

目前大陸對這幾種衛星皆已開發獨立的系統，分別是用於導航的「北斗」衛星系統、用於遙測（remote sensing，大陸稱「遙感」）的「高分」系列衛星、用於偵察的「尖兵」系列衛星、用於預警的「前哨」系列衛星、用於通訊的「東方紅」系



目前大陸對應用於軍事的常見衛星皆已開發獨立系統，圖為用於導航的北斗（左上）、用於偵察的尖兵（右上）、用於通訊的東方紅（左下）以及用於遙測的高分（右下）之衛星模型。（Photo Credit: AKAMGO yalms, <https://w.wiki/8P69>; <https://w.wiki/8P6W>; Hibiki Watabe, <https://flic.kr/p/8U8ViU>; Brucke-Osteuropa, <https://w.wiki/8PJf>）

列衛星與用於氣象觀測的「風雲」系列衛星。這 6 個衛星系統（系列衛星）不斷深化的技術，為共軍的戰力帶來莫大助益。

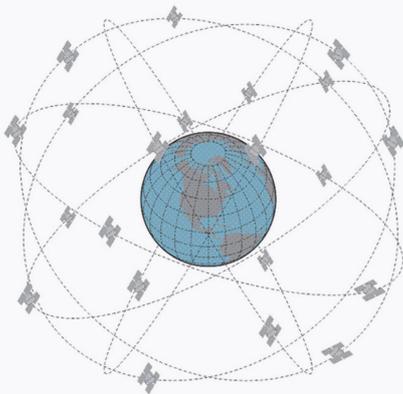
北斗衛星導航系統

在大陸的多種衛星中，著力最深、耗資最鉅、技術也堪稱全球一流的，無疑是北斗衛星導航系統。

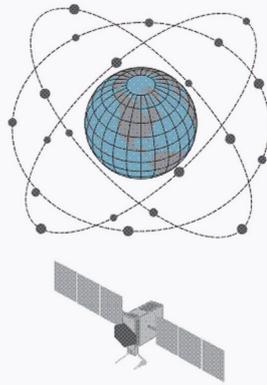
北斗系統是繼美國的全球定位系統（Global Positioning System, GPS）、俄羅

斯的格洛納斯系統（GLONASS）、歐盟的伽利略系統（GALILEO）後，另一成熟的導航衛星系統。在發展北斗系統之前，大陸並沒有自己的導航衛星，而是採用美國的 GPS。這種做法，在承平時期的固然可行，然而在衝突或戰爭時，即有可能遭受關閉或限制的威脅。

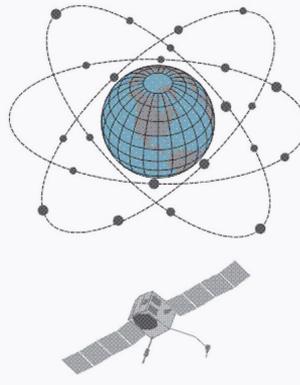
大陸因此於 1994 年啟動北斗系統計畫，並於 2003 年 6 月，開通北斗一號系統，涵蓋範圍主要是大陸地區，2012 年 12 月壽命到期後全面停止運作；北斗二號系統



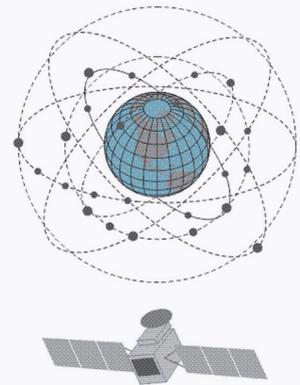
GPS
6 Orbital planes
24 Satellites+ Spare
55° Inclination Angle
Altitude 20,200km



GLONASS
3 Orbital planes
21 Satellites + 3 Spares
64.8° Inclination Angle
Altitude 19,100km



Galileo
3 Orbital planes
27 Satellites + 3 Spares
56° Inclination Angle
Altitude 23,222km



BeiDou
6 Orbital planes
35 Satellites + 5 GEO + 27 MEO + 3 IGSO
55° Inclination Angle
Altitude 38,300 km, 21,500 km

北斗系統（BeiDou）是繼美國的全球定位系統（GPS）、俄羅斯的格洛納斯系統（GLONASS）、歐盟的伽利略系統（Galileo）後，另一個成熟的導航衛星系統，因此這四種系統時常被相互比較。（Source: Penn State College of Earth and Mineral Sciences, <https://www.e-education.psu.edu/geog862/print/110.html>）

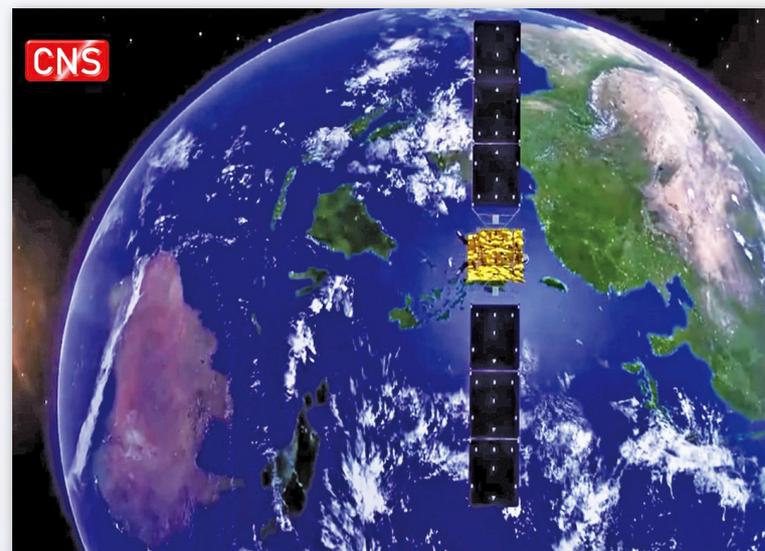
於 2004 年開始研發，起初係依附於歐盟的伽利略系統，但因斥資鉅額卻無法獲得等值技術，遂於 2006 年 11 月終止合作並走向自主研發，2012 年 10 月第 16 顆衛星發射後，開始在亞太地區為用戶提供區域性定位服務；北斗三號系統於 2009 年開始研發，由 30 顆衛星組成，2020 年 7 月完整開通全球範圍。

在「三步走」戰略相繼完成後，大陸復於 2022 年 11 月公布新的白皮書—《新時代的中國北斗》，計劃在 2035 年之前再發射 3 至 5 顆衛星，尋求在目前的基礎上持續優化。

衛星技術對共軍之助益

衛星技術運用在軍事層面，能大幅提升指揮、管理、通訊、資訊、情報、監視、偵查（以上合稱 C4ISR，Command、

Control、Communications、Computers、Intelligence、Surveillance、Reconnaissance）能力，各實戰兵種也均能從中受益，且有助強化共軍「反介入」能力，並額外衍生出便於對外軍售的附加價值。



在北斗系統的「三步走」戰略相繼完成後，大陸計劃在 2035 年之前再發射 3 至 5 顆衛星，尋求在目前的基礎上持續優化。（圖片來源：中國新聞社，<https://w.wiki/8RTY>）

在 C4ISR 的運用

在指、管、通、資領域，衛星可為部隊提供通訊支援，以最快速度在指揮中心與部隊之間傳送資訊，這種方式較過去的發報或電話系統更為迅速、安全、可靠，能避免通訊遭攔截或中斷，確保部隊之間始終保持聯繫，指揮中心能透過導航定位掌握部隊當下所處位置與移動軌跡，並能提醒前線部隊注意潛在威脅，必要時亦能及時指派支援。

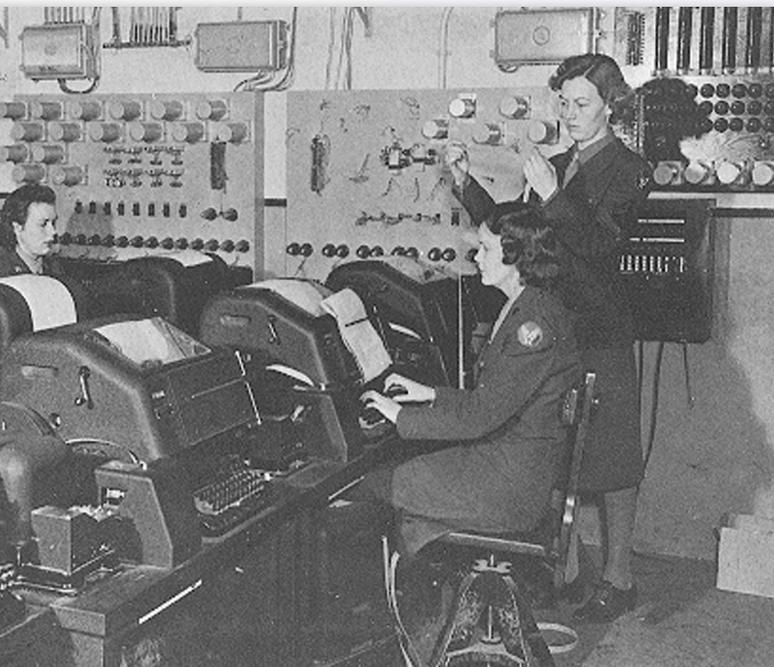
在情報、監視、偵查領域，由於太空沒有領空限制，不像偵察機無法飛入他國領空，使得間諜衛星擁有比偵察機更卓越的偵察效果：首先，它能提供即時情報、監視、偵查資料，裨益指揮官監控戰場動

向、偵測敵人活動並預測其後續行為；其次，透過衛星提供的精確導航資訊，將使部隊能更準確的定位目標和提高機動效率；最後，衛星可用於提供圖像情報，有助掌握敵方重要軍事設施分布及戰場地形地貌，尤在建築物林立的城市戰中，更能發揮迅速掌握周邊環境及潛在威脅的效果。

在地面戰場的運用

對傳統陸軍而言，裝甲車、坦克、自走砲、多管火箭等各式機具搭載北斗系統後，可透過衛星定位，一方面讓指揮中心掌握其動向，另一方面也能避免自身迷失方向，有利部隊戰術開展與行進。

在現代技術問世前，部隊來到不熟悉的戰場，時常發生迷失自身座標、遍尋不到敵軍狀況。雷達發明後，指揮官已可掌握戰場的大致位置，但精準性仍有不足；

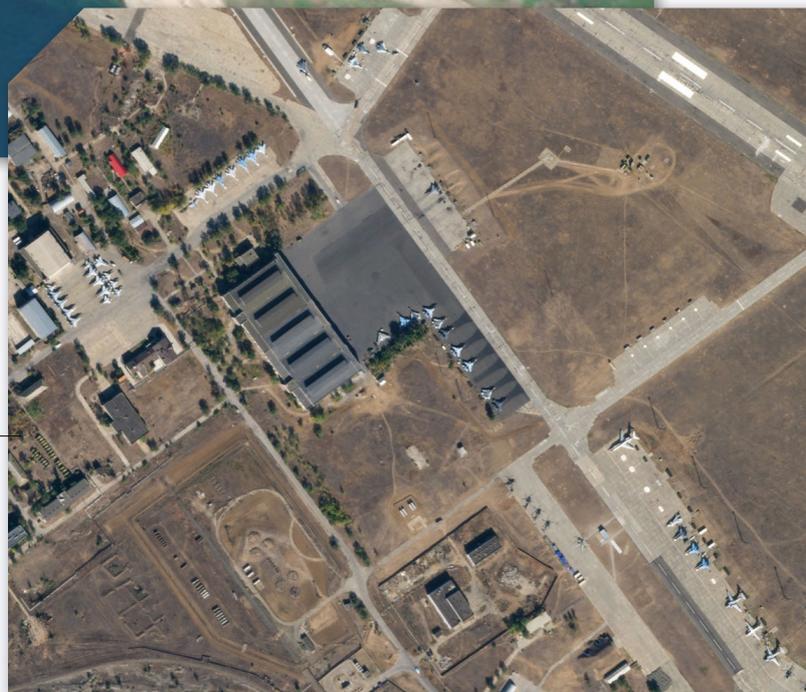


過去指揮中心與部隊之間傳送資訊仰賴發報或電話系統，隨著科技發展轉由衛星為部隊提供更迅速、安全、可靠的通訊支援。(Photo Credit: U.S. DOD, <https://www.defense.gov/Multimedia/Photos/igphoto/2002016477/>)





由於太空沒有領空限制，衛星遂成為提供圖像情報的重要工具，有助掌握敵方重要軍事設施分布及戰場地形地貌；左圖為衛星捕捉到中國核潛艦進入南海海南島地下基地的畫面；右圖為俄羅斯阿赫圖賓斯克的空軍基地，經智慧演算可推測出戰鬥機機型。（Photo Credit: Planet Labs, Skysat, <https://www.planet.com/gallery/#/post/submarine-at-yulin-naval-base>; <https://www.planet.com/gallery/#/post/stealth-fighters-at-akhtubinsk-air-base>）



待衛星技術問世後，透過對自身武器安裝定位晶片、對戰場實景進行拍攝等方式，突破克勞塞維茲所說的「戰爭之霧」。

在海上戰場的運用

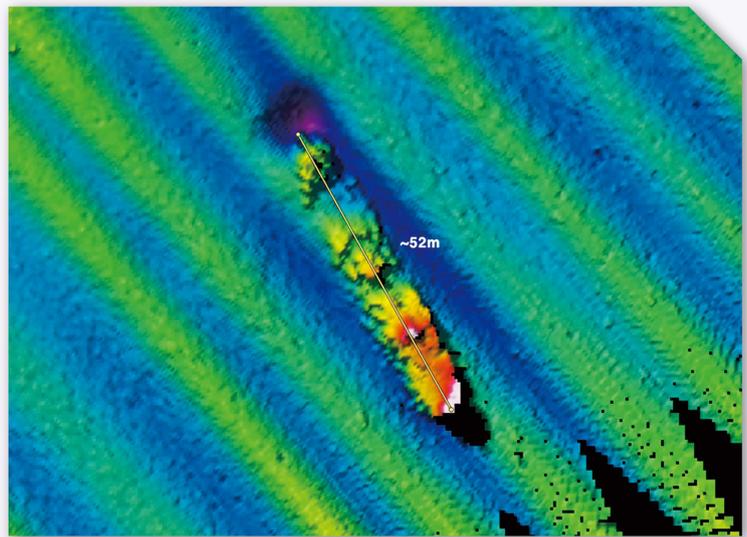
艦艇航行時確認位置的方式，從最早的觀測風向、指南針、航海圖，演進到近代的雷達。衛星導航技術的深化，大幅提升了雷達的誤差值。

大陸海軍在過去長期依賴 GPS，惟在銀河號事件、臺海飛彈危機中多次經歷美國關閉訊號的慘痛教訓後，意識到衛星定

位掌握於人的窘境，遂開始於軍艦裝備俄羅斯格洛納斯系統，期能藉由雙系統併行截長補短。2003 年北斗一號系統雖開發完成，但精準度不足，進入「GPS—格洛納斯—北斗」三套系統並行時代。目前北斗三號系統雖已覆蓋全球，但成熟度仍有疑問，在知己知彼考量下，研判共軍仍延續三套系統並行制。



艦艇航行時確認位置的方式，最早使用風向標、指南針、航海圖等工具，後來才演進到近代的雷達與衛星導航技術。（Photo Credit: Kulturhistorisk museum, <https://w.wiki/8PqK>; Antti Leppanen, <https://w.wiki/8PqA>）



雷達（左圖）依靠電磁波運作，而電磁波會被水吸收，使其在海面下 50 公尺處即失去作用，必須藉由聲納判斷位置，右圖為透過聲納發現的海底軍艦殘骸。（Photo Credit: U.S. Navy, photo courtesy of NOAA, <https://flic.kr/p/Fw8KVa>）

除水面艦艇外，北斗系統也強化了水下艦艇定位。由於雷達係依靠電磁波運作，而電磁波會被水吸收，使得雷達在海面下 50 公尺處即失去作用，必須藉由聲納判斷位置。北斗三號系統完成後，宣稱能為水下 3 千公尺的潛艇提供準確的定位數據，有助於共軍潛艦或水下潛航器改善追蹤其他艦艇、發動精準隱形攻擊的能力。

在空中戰場的應用

過去戰機依賴雷達定位，1990 年代衛星導航系統盛行於全球後，各國普遍為第

四代戰機加裝了衛星雷達，對於當前強調訊息整合能力的第五代戰機而言，衛星導航更是不可或缺的必要配備。共軍的第五代戰機「殲 -20」，自詡本身就是一個空中的 C4ISR 平臺，自然極其仰賴北斗系統。據大陸媒體宣稱，有了北斗三號系統的全天候導航定位支援，使「殲 -20」裝備的小直徑精確制導炸彈，在透過北斗系統鎖定地面目標和對炸彈進行引導後，能精準打擊地面目標；此外，北斗系統也賦予具有匿蹤性能的「殲 -20」更高的移動能力。

在飛彈部隊的應用

1991 年美國在波斯灣戰爭中，首度使用飛彈作為精確導引武器進行「外科手術」式戰爭，獲得的巨大成果震撼國際。

大陸原將飛彈部隊稱為第二炮兵，2016 年國防改革後改稱火箭軍。促使大陸催生北斗系統的一項重要原因，即是過去共軍的飛彈命中率偏低。1996 年臺海飛彈危機期間，美國關閉 GPS，使共軍多枚飛彈未能命中目標，欠缺自身精確技術的軟肋曝露無遺。

就飛彈命中率來說，衛星上極其微小的誤差，即可能使飛彈軌跡發生嚴重偏移，可謂失之毫釐、差之千里，且射程越遠的飛彈受到的影響越大。在講求精確戰爭的時代，衛星技術的誤差範圍越小，戰場上就越能針對細微目標進行「斬首」式攻擊。

北斗三號系統完成後，預料將大幅提升共軍飛彈追蹤目標能力，不僅能避免過去與美國發生衝突時面臨被關閉 GPS 訊號的窘境，同時飛彈在擁有更精準的命中率後，也能大幅減少飛彈的浪費，從而降低國防開支。

對共軍「反介入」能力的提升

作為軍事術語，「反介入／區域拒絕」（anti-access/area denial, A2/AD）係由美國戰略學界率先提出。1996 年臺海飛彈危機期間，美國派出兩艘航母巡弋臺海，讓共軍文攻武嚇的效力大打折扣，也迫使共軍開始思考如何反制美國介入臺海。



據陸媒宣稱，具有匿蹤性能的「殲-20」戰機配載北斗三號系統的全天候導航定位支援，擁有更高的移動能力，並可精準鎖定、打擊地面目標。
（Photo Credit: N509FZ, <https://w.wiki/8Pw8>）



1991 年美國在波斯灣戰爭中，首度使用飛彈作為精確導引武器進行「外科手術」式戰爭，獲得的巨大成果震撼國際；圖為愛國者飛彈系統，其在戰爭中成功攔截了伊拉克軍隊發射的飛毛腿飛彈。

共軍透過衛星技術及反衛星技術，可延緩美軍介入臺海：就前者而言，北斗系統透過賦予飛彈更精準的打擊能力，可對美國在關島的海軍基地、航母等大型海上目標發動攻擊，藉以推遲美軍抵達的時間；就後者而言，則是對衛星訊號進行干擾、



1996年臺海飛彈危機期間，美國派出兩艘航母巡弋臺海，讓共軍文攻武嚇的效力大打折扣。（Photo Credit: U.S. Navy, photo by Chris Ware, <http://www.navsourc.org/archives/02/68.htm>）

欺騙，或對電腦設備進行網路攻擊、植入惡意軟體、供應鏈攻擊。共軍自身衛星技術提升下，有助於「知己知彼」，連帶讓反衛星技術相應進步，進而使用前述手段干擾美軍衛星訊號。

附加價值：便於大陸對外軍售

衛星技術的進步除能發揮前述「戰場上」的功能外，還能發揮「戰場外」的附加價值，即強化大陸對外軍售能力；而大陸透過軍售累積的武器製造經驗、他國使用武器狀況之意見反映、與他國建立的軍事合作關係、取得的財務報酬等，又將進一步反饋為本身軍事實力的提升。

2012年北斗二號系統啟用後，由於涵蓋範圍僅止於亞太地區，雖有部分國家用於民用，但尚未有國家用於軍用。2020年北斗三號系統啟用後，涵蓋範圍已達全球，巴基斯坦成為第一個全面放棄GPS、改用

北斗系統的國家；另一部分使用北斗系統的國家，則是同樣向大陸採購武器的緬甸。

大陸於2020年擠下俄羅斯，成為排名僅次於美國的全球第二大軍火輸出國，隨著越來越多國家使用陸製武器，倘若大陸將作為硬體的武器本身與作為軟體的導航系統打造為一個共建的生態系統（ecosystem），則往後欲向大陸採購武器的國家，恐怕都要被迫改用北斗系統，這可視為衛星技術在軍事層面上的附加價值。

知己知彼 我國應積極應處

當大陸大舉投資昂貴的硬體以發展衛星戰力時，我國雖無法在太空領域與其進行軍備競賽，但亦可透過不對稱作戰思維，從軟體、網路、訊號干擾、掩護或誘敵等方面切入。畢竟，太空戰力係由一套又一套的不同子系統所組成，只要找出並鎖定、破壞其中最脆弱的關鍵點，就能瓦解對方、以智取勝。