

中共太空衛星科技的發展現況與趨勢探討

The Study of Current Development and Future Trends for China's Space and Satellite Technology

李勝義 上校 (Sheng-Yi, Li)

國防大學理工學院電機系副教授

黃雯禧 少校 (Wen-Hsi, Huang)

國防大學理工學院電子所研究生

提 要

人造衛星結合現代科技成就於一身，除了遙測、通信、氣象及定位導航等日常生活中的應用之外，在災害防救以及國土防衛的任務上也扮演著重要的角色。目前在兩岸太空衛星科技發展極度不平衡的情況下，我國除了應積極發展或尋求合作，並開發相關應用以提升戰力優勢之外，更應充分了解中共發展現況以及掌握運行中各衛星的動態，一旦戰時可立即作為凌空預警，或對其進行信號截收及干擾等作為。本文根據多年來持續蒐集的軌道參數以及多項可靠的資料庫來源，對中共目前太空衛星科技的發展現況與未來趨勢進行分析及探討，包括遙測衛星、通信衛星、導航衛星、氣象衛星以及太空站等，並以自行開發的衛星資料庫系統進行模擬，以驗證立論的正確性。此外，各類型衛星在軍事上的應用以及對我國的威脅程度也納入探討。最後對於我國可運用訊號截收及干擾技術進行反制的作為也提出建議供參考。

關鍵詞：中共、太空、衛星軌道模擬、衛星資料庫系統、訊號截收及干擾

Abstract

Artificial satellites were created to equip humans with modern technology to better perform the job of remote sensing, communication, weather forecasting, positioning and navigation. They also play an important role in the mission of disaster relief and homeland security. Due to the unbalanced cross-strait space and satellite technology, the very pressing task for us is to actively develop our own enterprise or to seek for international cooperation in order to promote our fighting superiority. Furthermore, understanding the progress of satellite technology and monitoring the dynamic of China's on-orbit satellites is essential for over fly warning or signal interception and jamming once the conflict occurs. This article investigates the current development and future trends of China's space and satellite technology according to the years of collected satellite parameters and related databases. The discussion includes remote sensing satellite, communication satellite, navigation satellite, meteorological satellite, and space station. A proposed satellite database system was employed for orbit simulations and the results verify the correctness of our arguments. Furthermore, the application of each kind of satellite on military operation and the

threat to our country are also discussed. Finally, the recommendation of using signal interception and jamming techniques to cope with enemy is proposed for the future consultations.

Keywords: China, space, satellite orbit simulation, satellite database system, signal interception and jamming

壹、前言

1991年第一次波灣戰爭發生時，以美國為首的多國部隊贏得戰爭的關鍵在於高科技武器裝備的應用，尤其是將各種衛星系統有效運用在指揮管制、情報獲得、部隊導航與導彈預警等方面。此後，衛星科技便成為戰場獲勝的重要利器。衛星雖然不能直接作為攻擊武器，卻能帶來極大的戰爭效益，根據統計，在第二次波灣戰爭期間，美軍運用的衛星已經擔負著95%的偵察、90%的通訊，以及100%的導航定位工作。¹

隨著航太科技的日益進展，太空已成為繼陸、海、空之後，另一個競相爭奪的制高點，各國對於太空權及太空軍事的理論也快速的發展。^{2, 3, 4}例如美國國防部對於太空軍

事任務的定義包含了太空支援、武力提升、武力應用與太空控制等四項；⁵而共軍則是認為太空作戰任務包括進入、利用與控制太空等三方面。^{6, 7}此外，為了確保太空戰的優勢地位，美軍也於2001年開始，約每兩年舉行為期一週的太空戰演習，^{8, 9}用以檢驗其太空系統與地面系統的運行狀況與配合能力，歷年太空戰演習資訊如表1所示。值得一提的是，有別於動員大規模部隊及武器系統的軍事演習，太空戰演習的參與人員雖僅數百人，但其驗證的成效卻足以影響整個國防政策的未來發展方向。

根據美方於2012年2月底的統計，中共在軌運行的衛星主要有53顆，¹⁰其中包括遙測衛星17顆、通信衛星18顆、導航衛星11顆、氣象衛星6顆、以及天宮1號太空站。美

1 黃肇鑣，〈透視波灣戰爭—科技成就霸權地位〉，《遠見雜誌》，第203期，2003年5月，頁52-54。

2 David E. Lupton, "On Space Warfare-A Space Power Doctrine," Air University Press, 1998.

3 Dana J. Johnson, Scott Pace, and C. Bryan Gabbard, "Space: Emerging Options for National Power," RAND, 1998.

4 James. E. Oberg, "Space Power Theory," US Space Command, 1999.

5 同註2。

6 李大光，《太空戰》（北京：軍事科學出版社，2001年）。

7 常顯奇，《軍事航天學》（北京：國防工業出版社，2002年）。

8 "Let the Space War Games Begin!," space.com, <http://www.space.com/1795-february-6-february-28-2005.html>（檢索日期：2011年9月1日）。

9 "Schriever wargame team earns national recognition," U.S. Air Force Command, <http://www.afspc.af.mil/new/story.asp?id=123029446>（檢索日期：2011年9月1日）。

10 以Celestrak衛星資料庫（北美航太防衛司令部提供資料）及UCS衛星資料庫（美國科學家聯盟）對中共衛星交叉比對、統計所得。

表1 美軍歷年太空戰演習資訊

演習代號	演習期間	演習地點	假定場景	參與人數
Schrivier 1	2001年1/16－1/22	Schrivier	2017年	250人
Schrivier 2	2003年2/20－2/27	Schrivier	2017年	300人
Schrivier 3	2005年2/4－2/11	Nelli	2020年	350人
Schrivier 4	2007年3/24－4/1	Nelli	2025年	400人
Schrivier 5	2009年3/13－3/20	Nelli	2019年	470人
Schrivier 6	2010年5/7－5/13	Nelli	2022年	550人

作者整理

國在2011年的《中共軍力報告書》¹¹中明確指出，近10餘年來，中共在經濟方面的快速成長使得人民的生活水準提高，再加上科技的進步，使得其軍隊得以快速朝向現代化的方向轉型。報告中亦特別強調，中共正持續朝著2020年建立一個以區域為主的軍力目標邁進，雖然海峽兩岸緊張局勢表面看似有和緩的跡象，但中共仍持續累積其軍事能量，對臺灣的軍事威脅並未因此降低。此外，在我國國防部《100年國防報告書》¹²中也指出，中共雖評估兩岸關係漸次獲得改善，但共軍近年持續換裝新式主戰裝備，並未減少對臺飛彈部署，並置重點於遠程投射力量的提升，就是規劃能在2020年之前建立奪臺的可恃戰力，顯見中共仍未改變對我武嚇及併

吞的野心。

中共為了展現其太空衛星科技的成果以及太空作戰能力，近年來除了發射衛星的數量及種類快速增加，天宮1號太空站與神舟8號太空船的對接成功也引起各國政府與媒體的關注。然而，根據我們的了解，部分報導及評論並沒有太多的技術資訊可供驗證，其誇大的內容可能造成國人對於中共太空武力的誤判。雖然我們不能忽視中共在

太空衛星科技方面的成就，但另一方面，我們希望可以有別於偏向民族情感的情緒性報導及評論，以技術的觀點來客觀的分析中共當前的技術能量以及未來發展趨勢。有鑑於此，本文針對中共太空衛星發展現況與趨勢進行探討，並根據公開的衛星軌道參數¹³以及資料庫，^{14, 15}以我們自行開發的「衛星資料庫系統」進行軌道運行的模擬，作為部分論述的驗證。

貳、中共太空科技的發展

在美俄太空競賽年代，兩國傾全力於太空科技的發展，將原本地球上的軍備競賽延伸至太空，所涉及的尖端技術與國防科技都代表著國家的國力。當時美國總統甘迺迪

11 “ANNUAL REPORT TO CONGRESS: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, 2011,” Office of the Secretary of Defense, p.5.

12 〈第二章安全挑戰—中共軍事現況與發展〉，《100年國防報告書》，2011年，頁47-57。

13 Hoots F. R. and Roehrich R. L., “Spacetrack Report #3: Models for Propagation of the NORAD Element Sets,” U.S. Air Force Aerospace Defense Command, Colorado Springs, CO. 1980.

14 “UCS Satellite Database,” UCS, http://www.ucsusa.org/global_security/space_weapons/satellite_database.html（檢索日期：2011年9月15日）。

15 “Encyclopedia Astronautica Chronological Index,” <http://www.astronautix.com/chrono/index.htm>（檢索日期：2011年9月15日）。

(John F. Kennedy)就曾斷言：「誰能控制太空，誰就能控制地球」。有鑑於「制天權」對國家安全發展的重要性和急迫性，中共於1956年開始發展其國內的「航太工業」，除了前蘇聯提供相關的技術支援，也靠著自我研發及人才培育，開拓出具有相當規模的太空版圖。

一、發展歷史

中共自1956年開始組建航太發展部門，並於1970年成功發射其第一顆人造衛星「東

方紅1號」之後，成為世界第五個有能力發射衛星的國家；而在2011年11月，中共更完成了繼美俄之後的高難度太空船「交會對接技術」，意味著其持續對太空探索的決心，各階段重要事蹟如表2所示。

二、「十二五」計畫目標

中共自1953年起，開始制訂以五年為一個週期的國家建設計畫，除了規劃中、長期的經濟與社會建設，太空工程亦列入此計畫中，以獲得相關政治、政策與資金的支持，

表2 中共太空發展的各階段重要事蹟

時間	事蹟	附註
1956/10/08	組建「國防部第五研究院」，由旅美學者錢學森擔任院長，其目標是研究導彈（火箭）技術。	該研究院於1960年11月5日，自製的第一枚導彈“P-2”發射成功。
1970/04/24	第一顆人造衛星「東方紅1號」在酒泉衛星發射場發射成功。	成為世界上第五個有能力發射衛星的國家。
1973/09/10	在酒泉衛星發射場以風暴1號運載火箭發射「長空1號」衛星失敗。	第一次衛星發射失敗。
1975/11/26	首顆「FSW-0返回式衛星」發射成功，3天後順利返回。	成為第三個掌握衛星返回技術的國家。
1990/04/07	利用「長征3號」運載火箭將美國製造的亞洲一號通信衛星送入預定的軌道。	首次為國外用戶成功發射衛星。
1999/11/20	第一艘無人試驗太空船「神舟1號」在酒泉發射成功，21小時後在內蒙古中部回收場成功著陸。	實現了太空往返的重大突破，為後續載人太空船工程奠定基礎。
2000/10/31	發射「北斗導航試驗1A衛星」。	北斗導航系統於2001年底開始運作。
2003/10/15	第一位太空飛行員搭乘「神舟5號」升空，並繞地球飛行14圈後返回地球。	成為第三個掌握載人航太技術的國家。
2007/01/11	成功以「反衛星飛彈」摧毀一枚除役的氣象衛星（風雲1C）。	繼美俄之後，成為具截殺衛星能力的國家。
2007/10/24	西昌衛星發射中心成功發射「嫦娥1號」探月衛星。	成為第五個發射月球探測器的國家。
2008/09/25	「神舟7號」載著三位太空人在酒泉衛星發射中心發射升空。	第一次達成太空人出艙太空漫步的任務。
2011/09/29	「天宮1號」無人太空站從甘肅酒泉衛星發射中心發射升空。	「天宮1號」是中共為建立自主的太空站而建造的飛行器。
2011/11/01	「神舟8號」無人太空船從甘肅酒泉衛星發射中心發射升空。並分別於11月3日及14日完成與天宮1號交會對接。	成為第三個掌握交會對接技術的國家。

資料來源：〈中國航天簡史〉，《人民網》，<http://scitech.people.com.cn/GB/15774376.html>（檢索日期：2011年9月28日），作者整理。

目前已進入第十二個五年計畫，稱為「十二五」，時間是從2011年到2015年。

依據「十二五」規劃的產業發展重點，¹⁶太空工程列在中共國家「支柱產業－發展高端設備製造」項目中，中共航天科技集團將於計畫期間至少發射100顆衛星（包含太空飛船與探測器），其中大多數均為自行生產和使用，少部分將規劃供應國際市場需求。根據統計，中共於2011年已進行19次火箭酬載發射，而在幾個重要的太空計畫中均擬出相關的階段性目標，如探月、探火星工程是依序以「繞－環繞星體探測」、「落－以登陸艇降落星體，實施環境探測」以及「回－採集星體岩石、土壤樣品，返回地球」為目標；¹⁷而載人太空工程則定有「三步走」的策略，第一步是發射無人和載人太空船，此目標已經實現；第二步是繼續突破載人技術，發射短期的載人太空站，此為當前進行中的任務；第三步則是建立永久性的載人太空站，預計將於2020年完成。¹⁸

參、中共各類型衛星發展與分析

中共太空衛星科技自1970年代發展至今，已具備衛星的設計、製造、發射以及在軌操作的能力；在戰場上的應用則涵蓋偵察、導航、定位以及通信等用途，並積極發展反衛星武器以建立爭奪太空優勢的能力。

一、遙測衛星

遙測衛星主要用於資源探測、環境監控等任務。而在軍事的應用方面，則可以藉由影像情資的取得進而掌握敵方的動態及部署等資訊。根據影像偵察衛星的酬載類型、解析度以及軌道參數，我們可以了解該衛星的能力及用途。

(一)現況及部署

中共目前在軌運行的遙測衛星共有17顆，以衛星資料庫系統進行軌道模擬的畫面如圖1。其中「遙感」系列的衛星所搭載的高解析度光學或合成孔徑雷達感測器，被視為同時具有軍事偵察的作用。¹⁹

由於遙測衛星軌道高度低、偵察視角小，因此，通過某個特地區域的可取像時間僅有3到5分鐘。而臺海地區有上千個目標點位是兩岸相互監控的重要據點，這些點位的屬性因戰略及戰術的考量而有不同的監控週期長短需求，再加上低軌道衛星通常設計的壽命只有4到6年，因此，要維持臺海地區密集且持續的監控必須付出龐大的發展及維護經費。事實上目前並沒有任何國家可以自主達到如此的能力，例如美伊戰爭期間，美國除了自主的影像偵察衛星之外，還需藉由購買其他國家的商用衛星影像才能掌握大約是6小時以內的戰場即時性情資，因此，推測中共除利用自主的衛星之外，將搭配購買國外商用衛星影像來彌補自主偵照能力的不足。

(二)發展趨勢

16 中研普華公司，《航天工程行業十二五規劃分析與投資前景預測研究報告》（北京：中國行業研究網，2011年），頁26-32。

17 應天行，〈中共月球探測計畫的戰略意圖與發展展望〉，《中共研究》，第43第2期，2009年2月，頁115。

18 〈中國探索神秘太空逐月追火星〉，《世界新聞網－北美華文新聞、華商資訊》，http://www.worldjournal.com/view/full_news/16492926/article（檢索日期：2011年12月1日）。

19 Roger Cliff, Chad J R Ohlandt, and David Yang, "Ready for Takeoff," Rand Corporation, March 24, 2011, pp.99-101.

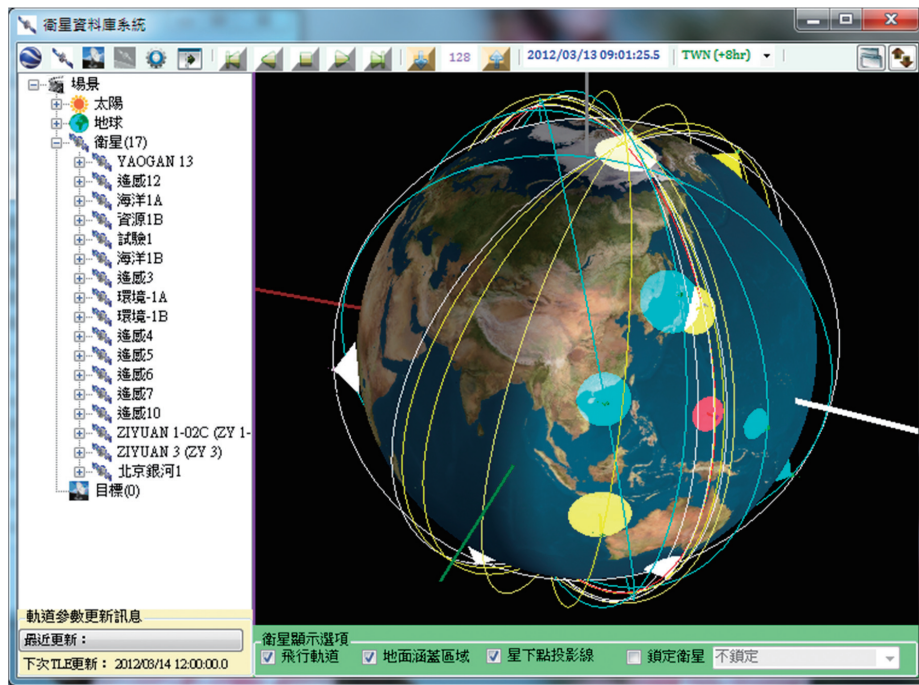


圖1 中共所屬遙測衛星運行位置模擬

資料來源：自行開發「衛星資料庫系統」模擬畫面。

註：衛星資料庫系統：針對世界各國衛星建立參數資料庫，獲取衛星相關參數並實施衛星實際運行模擬，主要顯示畫面以OpenGL為模擬架構，系統並結合Google Earth獲取更為詳細之目標地點，實施衛星凌空預警功能。

中共的遙測衛星發展主要是以遙感系列為主，由表3的衛星參數列表中可以得知，目前服役中的8顆遙感系列衛星構成了3個間隔120度的軌道面，如圖2。根據我們的模擬分析結果顯示，此一設計可以強化近即時全球監控的效能，顯然中共正企圖建立長期穩定運行的衛星對地觀測體系，也就是以不同解析度的光學及合成孔徑雷達衛星交互運用的衛星偵察網絡。

目前中共的衛星偵照技術雖然可以達到1.5m左右的解析度，²⁰但就軍事應用而言，相較於美國獨眼龍(keyhole)系列的影像偵察衛星可達到10cm以下的解析度，未來研發解析度更高的新一代衛星將是必然的趨勢。

二、通信衛星

通信於戰場猶如人體的神經，負責在指揮總部與各級部隊之間傳送訊息。通信衛星除了可以進行大範圍的雙向傳輸，且不受地面設施易遭破壞的影響，因此，戰場若能擁有衛星通信系統的支援，將能大幅提升整體作戰效能。

(一)現況及部署

中共的通信衛星主要是由亞太(Apstar)、亞衛(AsiaSat)、中星(ChinaSat)以及鑫諾(SinoSat)等四個通信網，再加上天鏈1號01及02兩顆中繼衛星所構成。目前在軌運行的通信衛星共有18顆，如表4。圖4則是軌道模擬結果，其中的4顆是共軍專用的軍用通信

20 "China return Long March 2C to flight with YaoGan Weixing-13 launch," NASA Spaceflight, <http://www.nasaspaceflight.com/2011/11/china-return-long-march-2c-flight-yaogan-weixing-13-launch/> (檢索日期：2011年12月1日)。

表3 在軌服役的遙感系列衛星參數列表

No.	衛星名稱	Cat. No	發射日期	酬載	傾斜角 (度)	近地點 (公里)	遠地點 (公里)	軌道週期 (分)	軌道面 (RAAN)
1	遙感3號 Yaogan 3	32289	2007/11/11	雷達	97.81	627	630	97.28	P3 (326.56)
2	遙感4號 Yaogan 4	33446	2008/12/1	光學	97.92	633	653	97.58	P1 (43.29)
3	遙感5號 Yaogan 5	33456	2008/12/15	雷達	97.39	488	494	94.44	P1 (47.09)
4	遙感6號 Yaogan 6	34839	2009/4/22	雷達	97.6	516	518	94.8	P1 (60.72)
5	遙感7號 Yaogan 7	36110	2009/12/9	雷達	97.937	623	659	97.605	P2 (109.61)
6	遙感10號 Yaogan 10	36834	2010/8/9	雷達	97.829	624	632	97.199	P3 (337.36)
7	遙感12號 Yaogan 12	37875	2011/11/9	雷達	97.41	494	504	94.397	P1 (49.81)
8	遙感13號 Yaogan 13	37941	2011/11/30	雷達	97.1	511.8	518	94.8	P3 (296.66)

作者整理

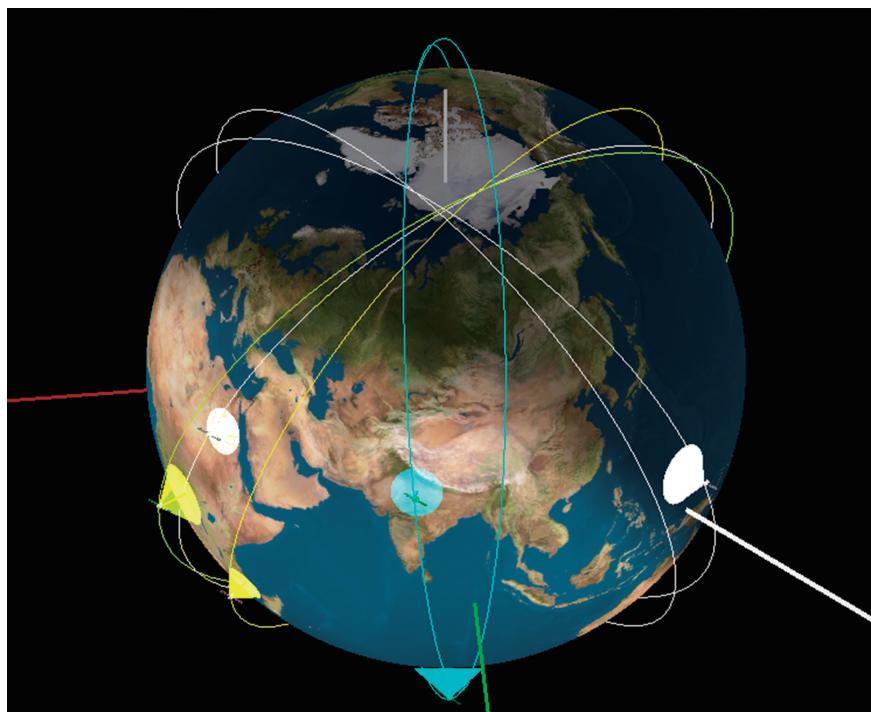


圖2 遙感系列衛星形成的3個軌道面，此一設計可以強化近即時全球監控的效能

資料來源：自行開發「衛星資料庫系統」模擬畫面。

衛星，分別為中星20、中星22A、中星20A以及中星1A。

近年來，中共最引以為傲的是天鏈1號中繼衛星的發射成功，分別為2008年4月5日的01星以及2011年7月11日的02星。中繼衛星相當於把地面上的測控站升高到了地球衛星軌道高度，由兩顆中繼衛星組網就能覆蓋70%以上的地表面積，除了取代配置在世界各地由許多測控站構成的太空測控網，也可以縮短資訊傳輸的時間。天鏈1號中繼衛星已成功應用於神舟系列太空船的通訊測試。

(二)發展趨勢

中共自主研發的通信

表4 在軌運行的通信衛星參數列表 (*表示資訊未公布)

No.	衛星名稱	Cat. No.	發射日期	衛星平臺	設計壽命 (年)	同步軌道 位置	轉頻器	用途
1	亞太1A/ Apstar 1A	23943	1996/7/3	HS 376 (美)	12	130° E	24 C-band	商用
2	亞太5/ Apstar 5	28364	2004/6/29	FS-1300 (美)	13	138° E	18 C-band 7 Ku-band	商用
3	亞太6/ Apstar 6	28638	2005/4/12	Spacebus 4000 (法)	14	134° E	38 C-band 12 Ku-band	商用
4	亞太2R/ Apstar 2R	25010	1997/10/17	FS 1300 (美)	15	76.55° E	28 C-band 16 Ku-band	商用
5	亞衛 3S/ AsiaSat 3S	25657	1999/3/21	HS 601 (美)	15	105.5° E	28 C-band 16 Ku-band	商用
6	亞衛 4/ AsiaSat 4	27718	2003/4/12	HS 601 (美)	15	122° E	28 C-band 16 Ku-band	商用
7	中星20/ ChinaSat 20	28082	2003/11/14	東方紅3號	8	103° E	*	軍用
8	中星22A/ ChinaSat 22A	29398	2006/9/12	東方紅3號	8	98° E	*	軍用
9	中星1/ ChinaStar-1	25354	1998/5/30	AS 2100 (美)	15	87.5° E	24 C-band 24 Ku-band	商用
10	中星6B/ ChinaSat 6B	31800	2007/7/5	Spacebus 4000 (法)	15	115.5° E	38 C-band	商用／ 政府
11	中星9/ ChinaSat 9	35812	2008/6/9	SB4100 (法)	12	92.2° E	22 Ku-band	政府
12	中星20A/ Chinasat-20A	37234	2010/11/24	東方紅3號	*	130.0° E	*	軍用
13	中星1A/ ChinaSat-1A	37804	2011/9/17	東方紅4號	*	129.8° E	*	軍用
14	鑫諾1/ SinoSat 1	25404	1998/7/18	Spacebus 3000 (法)	15	110.5° E	11 C-band	商用
15	鑫諾6/ SinoSat 6	37150	2010/9/4	東方紅4號	15	125.0° E	1 S-band 24 C-band 8 Ku-band	商用
16	東方紅3-2/ DFH 3-2	24798	1997/5/12	東方紅3號	8	124.97° E	24 C-band	政府
17	天鏈1號01星/ TianLian 1 No.01	32779	2008/4/25	東方紅3號	*	77° E	*	中繼
18	天鏈1號02星/ TianLian 1 No.02	37737	2011/7/11	東方紅3號	*	176.8° E	*	中繼

作者整理

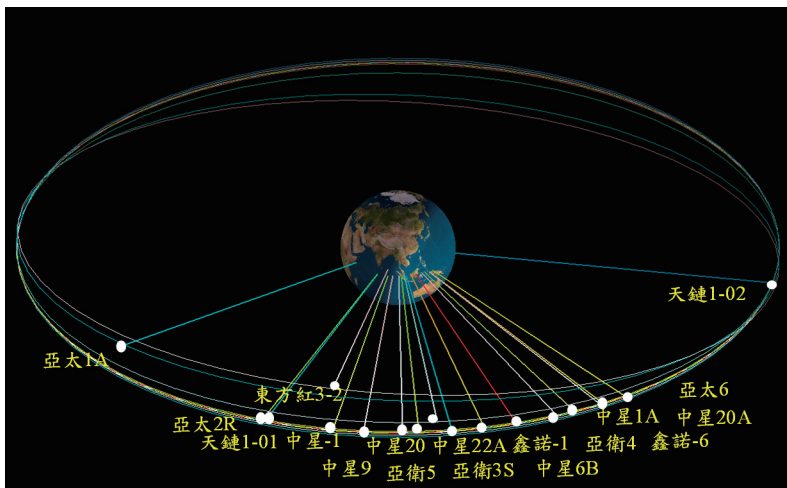


圖3 中共在軌運行的通信衛星

資料來源：自行開發「衛星資料庫系統」模擬畫面。

衛星平臺是以東方紅的系列命名，由表3可以得知東方紅3號已是成熟穩定的技術，但此技術僅等同於西方國家90年代的水準，在抗干擾、電力及傳輸效能方面仍不足。雖然中共自1999年12月開始投入新一代東方紅4號平臺的研製，但遺憾的是大多數的應用都是以失敗收場的，包括2006年10月29日鑫諾2號的天線和太陽能板二次展開失敗；²¹2007年5月14日奈及利亞通信衛星1號雖然成功發射，但於2008年11月11日因太陽能板故障使得衛星失效；²²2010年9月5日鑫諾6號發射成功，但隨即出現了氦氣增壓系統泄漏事故。²³雖然

2011年9月17日發射的中星1A仍採用東方紅4號平臺，且新一代的東方紅5號平臺已於2010年11月公開發表，²⁴然而根據表3，由2011年7月11發射的天鏈1號02星仍採用東方紅3號的情資來看，顯然中共對於自家的先進產品信心仍不足。因為一旦天鏈1號02中繼衛星運作異常，就會影響神舟8號的對接任務，若任務失敗，將重創其國際形象。

此外，我們認為，天鏈中繼衛星的 success，短期內其宣示意義大於實際效用，主要是因為中繼衛星是要轉發中低軌道衛星與地面測站的資料，但目前中共在軌運行的中低軌道衛星當初的設計都是以地面接收站為下傳目標，因此，天線都是朝向地面的，除非後續發射的衛星具備朝上瞄準中繼衛星的天線，否則無法使用中繼衛星傳輸的功能。

三、導航衛星

導航衛星可以作為各項武器系統的定位及導航之用，藉以提升打擊精準度，戰場指揮官也可據此掌握武器部署及人員的位置，獲得整體的戰場圖像。目前美國的GPS系統²⁵

21 〈鑫諾二號通信衛星〉，《維基百科》，[http:// zh.wikipedia.org/wiki/鑫諾二號通信衛星](http://zh.wikipedia.org/wiki/鑫諾二號通信衛星)（檢索日期：2011年11月14日）。

22 〈尼日利亞通信衛星一號失效〉，《新華網》，http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-11/12/content_10348414.htm（檢索日期：2011年11月14日）。

23 “Leak to Reduce Lifespan of China's Sinosat-6 Sets,” Space News, http://www.spacenews.com/satellite_telecom/100910leak-reduce-lifespan-chinas-sinosat-6.html（檢索日期：2011年11月16日）。

24 〈東方紅5號衛星設計指標達頂級水平〉，《網易新聞》，<http://war.news.163.com/10/1116/00/6LIRF6UF00011MTO.html>（檢索日期：2011年11月16日）。

25 Scott Pace, Gerald P. Frost, Irving Lachow, David R. Frelinger, Donna Fossum, Don Wassem, Monica M. Pinto, “The Global Positioning System-Assessing National Policies,” Rand, 1995, pp.18-22.