

# 中國太空遙測衛星發展初探— 從「資源」到「高分」

蔡榮峰

國家安全研究所

## 壹、前言

2021年3月長榮海運貨長賜輪擱淺造成蘇伊士運河阻塞，一度引來各國衛星競相展示其偵照能力，其中包括天儀研究院於2020年12月發射的合成孔徑雷達商用衛星「海絲一號」，引發外界對中國影像遙測技術的關注。<sup>1</sup>事實上，中國的「高分辨率對地觀測系統重大專項」（下稱「高分專項」）才於2020年邁入總結階段，可以說中國衛星影像的自給率正逐步提高。

中國近年藉「軍民融合」戰略發展高解析度衛星影像能力，企圖建立對全球全天候偵照能力，本文嘗試從三個不同面向來分析中國在該領域的發展概況。本文第一部分綜整「資源」與「高分」發展策略、2015年以來遙測衛星政策之演進與產業概況，接著第二部分盤點解放軍衛星測控平台，第三部分檢視「資源」與「高分」系列衛星與中國衛星影像自給率，結論則總結其安全意涵。

## 貳、中國太空遙測近期主要政策

中國為強化遙測衛星偵照能力，先是透過與巴西聯合製造的「資源」系列追求技術自主，再藉由「高分」系列衛星來邁入亞米級（公分級）。2014年「高分二號」達到光學解析度1公尺，2019年「高分七號」則邁入亞米級，正式跨越西方國家現有商業衛照能

---

<sup>1</sup>〈【長榮卡船】太空打卡熱點「大牌長榮」！各國衛星俯瞰 宇宙看見台灣〉，《蘋果日報》，2021年3月28日，<https://tw.appledaily.com/property/20210328/IV633Q4WCJGX5ELLIQKEOUPV6E/>。

力的基本門檻。此外，「資源三號」、「高分一號」兩者皆出自中國航天集團旗下「東方紅衛星有限公司」之手，資源系列與高分系列在製造技術上或有承接。

中國與巴西合作研發的「資源」系列衛星自 1999 年啟動，於 2007 年進入三枚衛星組網時期，被外界認為是當時中國傳輸型遙測偵照能力輸出國際的里程碑，例如 2010 年 4 月退役的 CBERS-02B 衛星配備的鏡頭最高解析度為 2.36 公尺。<sup>2</sup>不過在影像品質與解析度上，仍與西方技術有不小差距。<sup>3</sup>

中國政府為了強化技術水準，建立全球範圍內全天候對地觀測系統與軍民兩用數據中心、提高衛星遙測數據自主性，並扶植國有太空產業鏈等多重目的，因此將「高分專項」納入其 2006 年所公布的《國家中長期科學和技術發展規劃綱要（2006-2020）》十六個重大科技專項之中，這段期間同時以政策鼓勵民間參與遙測技術發展，初期多以國營企業工程人才搭配民間資本的模式推動，形成了今日的樣貌。

2015 年 10 月頒布的中國《國家民用空間基礎設施中長期發展規劃(2015-2025 年)》規劃了橫跨「十三五」與「十四五」的三步走政策，而依後來的實際發展，可分為：<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> 三星發射時間為 1999 年 10 月 14 日「資源一號 01 星」CBERS-1、2003 年 10 月 21 日「資源一號 02 星」(CBERS-2A)、2007 年 9 月 19 日「資源一號 02B 星」(CBERS-2B)日。〈中國政府宣佈中巴地球資源衛星資料對非完全共用〉，中華人民共和國中央政府門戶網站，2007 年 12 月 3 日，[http://www.gov.cn/gzdt/2007-12/03/content\\_823452.html](http://www.gov.cn/gzdt/2007-12/03/content_823452.html)；〈資源一號 02C 衛星〉，中華人民共和國自然資源部，2013 年 10 月 10 日，[http://www.mnr.gov.cn/zt/kj/kjfz/wxyy/201310/t20131010\\_2369605.html](http://www.mnr.gov.cn/zt/kj/kjfz/wxyy/201310/t20131010_2369605.html)。

<sup>3</sup> 最高解析度指的是衛星位於天底 (nadir) 位置，即觀測物體正上方時的最佳解析度。2000 年代西方商業衛星影像公司所提供的服務就已達到亞米級（即近地點拍攝可達一公尺以下解析度），例如美國 DigitalGlobe 公司的 Quickbird 全光譜影像之空間解析度在近地點可達 61 公分、多光譜影像（藍色可見光、綠色可見光、紅色可見光及近紅外光）近地點解析度為 2.44 公尺，遠地點則為 2.88 公尺，見〈EROS and Quickbird〉，國立中央大學太空及遙測中心，2021 年 4 月 11 日閱覽，<https://www.csr.ncu.edu.tw/rsrs/satellite/EROSandQuickbird.php>。

<sup>4</sup> 「十三五」全稱為「中華人民共和國國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要」，實施期間為 2016 年至 2020 年；「十四五」則為「中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃綱要」，實施期間為 2021 年至 2025 年。

1、「十三五」初期，奠定民用太空基礎建設雛形，特別是衛星產業發展模式；<sup>5</sup>

2、「十三五」中後期，完成遙測、通訊廣播、導航定位三大衛星系統基礎建設建構，制定資料共用政策，定調商業化發展模式，並具備國際服務能力；

3、「十四五」目標則是追求在專業化、產業化達到國際先進水準，將特別聚焦在技術創新、滿足需求、拓展市場，企圖持續以軍民融合的方式吸收西方技術與資金強化軍事偵照能力，同時透過形成太空經濟生態圈來推動資源的正向循環（表 1）。

2010 年代全球太空新創產業蓬勃發展，西方商業衛星光學解析度達到 0.5 公尺，以雷達波技術為基礎的合成孔徑雷達衛星（Synthetic Aperture Radar, SAR）解析度則達到 1 公尺。有鑑於此，2015 年中國頒布《高解析度對地觀測系統重大專項衛星遙感資料管理暫行辦法》，重點主要有三：

1、首次定調非軍用精度放寬至光學遙測 0.5 公尺，雷達波遙測 1 公尺，推動國內衛星影像市場進口替代；

2、增加「高分」系列衛星數據使用管道，由原來單一中央管理改為國家、行業、省域、骨幹企事業單位四大類，並簡化國際應用程序，以促進規模經濟與產業化；

3、有利透過政府採購來扶持衛星數據服務龍頭企業。中共遙測衛星產業主要可分為周邊系統與遙測系統兩大部分。周邊系統由於資本技術密集以及國家安全等因素，由國有企業寡占，包括衛星與

---

<sup>5</sup> 由於中國太空技術長期為解放軍體系所控制，在《中華人民共和國國家情報法》與「軍民融合」戰略之下，所有衛星資訊皆可為解放軍與中共情報體系所用。因此中方定義所指涉「民用」與「商業」者，並不表示未涉及解放軍資金或技術；「民用」者指涉所建資料庫「不以營利」為目的，開放給中國非國防部門與民間企業者所使用，或作為中國遂行太空外交之工具；「商用」者指「以營利為目的」對國內或國際市場開放購買其衛星圖資。必須注意的是，無論稱「民用」或「商用」者，皆可為解放軍所用。

運載火箭研發與測控、發射場營運等。遙測系統則開放民間資本參與的程度較高，包括衛星設備系統、地面系統與應用系統（表2）。

表 1、中國太空遙測近期相關政策

政策	頒布(年/月)	責任機關	主要相關內容
《中華人民共和國航天法》	預計 2025 年前	全國人大	以綜合性立法解決法源分散的情況。
《十四五新基建規劃》	預計 2021 年	國家發改委	深化公私協力夥伴關係 (public-private-partnership, PPP) 以促進民間投資新基建。
《十四五年規劃和 2035 年遠景目標綱要》	2021/03	國家發改委	加快建設新型基礎設施（新基建）：覆蓋全球的通訊、導航、遙測太空基礎設施體系，建設商業航天發射場。推動軍民共享科研基建、人才、創新、研究成果雙向轉化。
《民用衛星遙感數據管理暫行辦法》	2019/05	國家航天局	在《高分專項衛星遙感資料管理暫行辦法》基礎上增訂細部規定
《關於促進商業運載火箭規範有序發展的通知》	2019/05	國防科工局、中共中央軍委裝備發展部	從生產安全、發射安全、國家安全三方面來管制民企太空商業發射技術。
《關於推動國防科技工業軍民融合深度發展的意見》	2017/12	國務院	將太空領域列為三大重點建設領域，其中又以遙感衛星為破口，制定國家衛星遙感資料政策，促進軍民衛星資源和衛星資料共用。
《國家民用空間基礎設施中長期發展規劃(2015-2015 年)》	2017/02	交通運輸部	十三五期間建構遙測、通訊、導航三大民用太空基建系統。
《關於加快推進“一帶一路”空間資訊走廊建設與應用的指導意見》	2016/10	國家發改委、國防科工局	強化向國際推廣中國平台之應用。
《高端裝備創新工程實施指南(2016-2020 年)》	2016/08	工信部、發改委、科技部、財政部	加快遙測、通訊、導航產業化、國際化。
《國家信息化發展戰略綱要》	2016/07	國務院	定調遙測、通訊、導航三大應用領域為「信息化」必備的太空基建。
《國家創新驅動發展戰略綱要》	2016/05	國務院	發展太空經濟與產業鏈帶動創新，提升進入宇利用太空之能力。

《關於實施製造業升級改造重大工程包的通知》	2016/05	國家發改委	鼓勵民間資源導向《十三五規劃綱要》與《中國製造2025》施政重點，聚焦十大重點工程：智慧化改造、基礎能力提升、綠色製造推廣、高端裝備發展、關鍵新材料發展、航太航空能力建設、電子資訊升級、品質和 brand 提升、服務型製造轉型、重大產業基地建設。
《十三五規劃綱要》	2016/03	國家發改委	定調測繪地理資訊產業重點：提升測繪能力、國情常態化監測、推展全球地理資訊之利用、加速北斗、遙測衛星商業應用。
《關於經濟建設和國防建設融合發展的意見》	2016/03	中共中央 政治局	推動軍民融合國家戰略。
《國家民用空間基礎設施中長期發展規劃(2015-2025年)》	2015/10	國家發改委、財政部、國防科工局	發展民用太空基建、促進民用太空實用化、產業化、規模經濟。
《高解析度對地觀測系統重大專項衛星遙感數據管理暫行辦法》	2015/08	國務院	鼓勵高解析度衛星數據研究與應用、強化市場機制與商業模式。
《高分專項衛星遙感資料管理暫行辦法》	2015/08	財政部、國家稅務總局	首次將非軍用標準放寬，光學遙測精度不得優於 50 公分，SAR 精度不得優於 1 公尺。

說明：本表保留原政策文件所使用之語彙。

資料來源：蔡榮峰整理自中國政府網、人民網、國防科工局官網、中航證券金融研究所網站。

表 2、中國主要航天企業

國營企業			
集團	二級單位	發展項目	項目立案時間
航天科工集團	航天科工火箭技術有限公司	「快舟」運載火箭研製	2016
	航天科工空間工程公司	「虹雲」工程衛星研製	2017
	航天行雲科技有限公司	「行雲工程」衛星研製	2017
航天科技集團	東方紅衛星移動通信	「鴻雁工程」系統整合與營運	2018
	中國長城火箭有限公司	「龍」系列運載火箭研製	1998
	中國運載火箭技術研究院	「長征」系列運載火箭研製	1967*
中國科學院	長光衛星	「長光」系列衛星研製	2014

技術有限公司			
民營企業（包括國有民營與私有民營）			
公司名稱	主要類型	發展項目	公司成立
藍箭航天	商業太空發射	「朱雀」系列運載火箭研製	2015
星河動力		「穀神星」系列運載火箭研製	2015
零壹空間		「靈龍」系列運載火箭研製	2015
星際榮耀		「雙曲線」系列運載火箭研製	2016
未來導航	導航增強星系	「向日葵」系列導航通訊衛星	2017
歐比特	衛星製造	「珠海」系列遙測衛星	2000
九天微星		「瓢蟲」系列通訊/遙測衛星	2015
歐科微		「翔雲」系列通訊衛星	2014
天儀研究院		「瀟湘」、「元光」系列實驗衛星；「海絲」系列遙測衛星；「北航空事」系列通訊衛星	2015
銀河航天		「銀河」系列通訊衛星	2016
千乘探索		「千乘」系列遙測衛星	2017
零重空間		「靈鵲」系列遙測衛星	2017

說明：本表保留原政策文件所使用之語彙。\*1965年即由中國第七機械工業部第八研究院負責總體設計。

資料來源：蔡榮峰整理自各公司官網。

## 參、衛星測控平台

1960年代，為了配合中國首枚衛星「東方紅一號」的發射，中國西安衛星測控中心的前身「衛星地面測量部」，1967年於陝西渭南成立，當時與長春、閩西、廈門、渭南、南寧和喀什等共7個遙傳追蹤指令（Telemetry, Tracking and Command/Control, TT&C）測控站、2個機動站、3艘「遠望」測量船組成中國第一代太空測控網，此後中國不斷擴大測控站點，形成了目前的陸上測控站、海上測量船、空中測量飛機與中繼衛星四大類測控平台（表3）。<sup>6</sup>發射據點也由酒泉衛星發射中心一地增至目前的酒泉、太原（含東方航天港）、西昌、文昌等4個衛星發射中心，《十四五年規劃和2035

<sup>6</sup> “China advances maritime space monitoring and control capability,” PRC Ministry of National Defense, June 23, 2017, [http://eng.mod.gov.cn/news/2017-06/23/content\\_4783536.htm](http://eng.mod.gov.cn/news/2017-06/23/content_4783536.htm); 〈我國有幾個航太測控站？〉, 2008年9月17日, 中國載人航太工程官方網站, [http://www.cmse.gov.cn/kpjy/htzs/bklt/200809/t20080917\\_37372.html](http://www.cmse.gov.cn/kpjy/htzs/bklt/200809/t20080917_37372.html); 黃慶橋, 〈中國航太日溯源：震驚世界的“東方紅一號”人造衛星〉, 《澎湃》, 2017年4月29日, [https://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_1667459](https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_1667459); 李媛, 〈印象陝西：西安衛星測控中心〉, 2007年1月8日, 《陝西新聞網》, [http://web.archive.org/web/20120622055843/http://shaanxi.cnwest.com/content/2007-01/08/content\\_396633.htm](http://web.archive.org/web/20120622055843/http://shaanxi.cnwest.com/content/2007-01/08/content_396633.htm)。

年遠景目標綱要》於 2021 年 3 月公布後，第五個發射中心確定將設於浙江省寧波市象山。<sup>7</sup>

由於測控站或衛星訊號接收站可同時用於衛星通訊與飛彈追蹤，這種軍民兩用的特性往往會成為輿論焦點，例如甫與台灣斷交的吉里巴斯，位於塔拉瓦（Tarawa）的設施未來是否可能再度更新啟用，或是於南太平洋設置新站點等。中國戰狼外交引起國際齟齬後，瑞典政府擁有股份的瑞典太空公司（Swedish Space Corporation）宣布不與中方續約，2021 年中國衛星將無法再使用位於西澳當加拉（Dongara）和雅他拉加（Yatharagga）的衛星站傳輸資訊。<sup>8</sup>

表 3、中國衛星測控平台

組織部門與站點	座標
中國衛星發射測控系統部	
北京總部	39.962253, 116.385927
北京航天飛行控制中心	
北京總部	40.071983, 116.256847
西安衛星測控中心（第26試驗訓練基地）	
長春站	43.725332, 125.540836
青島測控站	36.194830, 120.302880
南寧測控站	22.888060, 108.304440
陵水測控站	18.439798, 109.874072
佳木斯站大型相控陣列雷達站(副站)	46.528092, 130.755276
渭南測控站	34.467904, 109.544941
霑益測控站	25.638159, 103.715123
活動測控回收部*	34.503420, 109.416442
第一機動站	34.482661, 109.487657
第二機動站*	37.164167, 79.871307
第三機動站（主站）	42.039565, 111.534044
西安衛星測控中心深空網路	

<sup>7</sup> 馬蓉，〈中國將在浙江省象山建立第五個航太發射中心 滿足未來商業衛星發射需要〉，《路透社》，2021 年 4 月 8 日，<https://cn.reuters.com/article/china-xiangshan-space-center-0408-idCNKB S2BV0ML>。

<sup>8</sup> Jonathan Barrett, “Exclusive: China to lose access to Australian space tracking station,” *Reuters*, September 21, 2020, <https://www.reuters.com/article/china-space-australia-exclusive/exclusive-china-to-lose-access-to-australian-space-tracking-station-idINKCN26C0HB>.

佳木斯站	46.493403, 130.770409	
喀什站	38.423420, 76.712207	
阿根廷內烏肯站 (Neuquén, Argentina)	-38.191439, -70.149627	
酒泉衛星發射中心 (第20試驗訓練基地)		
酒泉衛星發射中心	40.983507, 100.206390	
副著陸場*	40.536242, 101.022394	
大樹里雷達測量站	40.722291, 99.992276	
庫爾勒大型相控陣列雷達站	41.641194, 86.236749	
太原衛星發射中心 (第25試驗訓練基地)		
太原衛星發射中心	38.848333, 111.610278	
遙測站點	38.808858, 111.611199	
東方航天港	36.672862, 121.235374	
陽曲站	38.016892, 112.636536	
寧夏銀川移動雷達站*	38.494519, 106.277348	
興縣站*	38.507539, 110.920224	
西昌衛星發射中心 (第27試驗訓練基地)		
西昌衛星發射中心	28.245963, 102.028178	
牛頭山觀測站	28.196568, 102.069191	
觀測站*	27.911767, 102.209881	
宜賓測量站	28.743607, 104.611790	
白塔山宜賓測量站(副站)*	28.775649, 104.634663	
貴陽觀測站	26.409398, 106.670273	
文昌航太發射場		
文昌航太發射場	19.652510, 110.938741	
銅鼓嶺測控點	19.639694, 111.029314	
西沙測控站/三沙市西沙群島琛航島	16.451586, 111.713916	
中國科學院空天信息創新研究院		
喀什站	39.504344, 75.930372	
密雲站	40.451465, 116.858186	
中國國家衛星氣象中心		
北京總部	39.947675, 116.320940	
北京氣象衛星地面站	40.050972, 116.276899	
廣州氣象衛星地面站	23.164589, 113.338715	
廣州氣象衛星地面站(副站)	23.243476, 113.411842	
中國國家衛星海洋應用中心		
陵水站	18.490251, 109.931629	
海外站點		
阿根廷	內烏肯(Neuquén)	-38.192607, -70.148405
巴西	阿爾坎塔拉發射中心 (Alcântara Launch Center)	-2.334606, -44.419621
加拿大	因紐維克(Inuvik)	68.319464, -133.552426
智利	聖地牙哥站(Santiago Station)	-33.150239, -70.667962
衣索比亞	阿迪斯阿貝巴恩托托天文台	9.108695, 38.807249

	(Entoto Observatory, Addis Ababa)	
法國	法屬圭亞那庫魯 (Kourou, French Guiana)	5.222222, -52.773611
	土魯斯(Toulouse) Issus-Aussaguel站	43.428655, 1.497401
	凱爾蓋朗群島(Kerguelen)	-49.351939, 70.256424
格陵蘭	南斯特倫菲尤爾 (Kangerlussuaq) *	67.018341, -50.708817
	努克(Nuuk) *	64.182770, -51.733997
吉里巴斯	塔拉瓦(Tarawa) – 設施中止 運行*	1.356354, 172.932916
肯亞	馬林迪(Malindi)	-2.996044, 40.194204
納米比亞	斯瓦科普蒙德(Swakopmund)	-22.574645, 14.548539
挪威	北極黃河站	78.9232, 11.9345
	斯瓦爾巴衛星站 (Svalbard Satellite Station)	78.230302, 15.395534
巴基斯坦	喀拉蚩(Karachi, Dehmandro)	25.193106, 67.099325
西班牙	馬斯帕洛馬斯 (Maspalomas Station)	27.7633, -15.6342
南非	南非天文台接收站 (Hartebeesthoek station)	-25.890095, 27.685227
瑞典	基魯納(Kiruna)	67.881219, 21.061046
中國南極科學考察站Chinese Scientific Stations in Antarctica		
長城站		-62.216838, -58.961855
昆侖站		-80.41734, 77.116449
泰山站		-73.85, 76.966667
中山站		-69.373587, 76.37165
中國衛星海上測控部 (第23試驗訓練基地) China Satellite Maritime Tracking and Control Department (Base 23)		
江蘇江陰市總部		31.942827, 120.288723
遠望三號、遠望五號、遠望六號、遠望七號		
中繼衛星		
天鏈一號02星		1.75,170.88
天鏈一號03星		-0.80,20.27
天鏈一號04星		-0.12,176.90
天鏈二號01星		1.20,79.73

說明：\*表示詳細資訊不足，或與現況有所出入。

資料來源：蔡榮峰整理自公開資訊，陸上測控站部分擷取自 Peter Wood, Alex Stone & Taylor A. Lee, China's Ground Segment: Building the Pillars of a Great Space Power, CASI of Air University, March 1, 2021, pp.79-81, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/2517757/chinas-ground-segment-building-the-pillars-of-a-great-space-power/>。

## 肆、「資源」「高分」與衛星影像

### 一、「資源」系列

中國-巴西「資源」系列共發射了六枚衛星，前述三星目前均已替換第二代。2019年12月20日發射成功的「資源一號04A星」最高解析度從上一代的5公尺提升至2公尺，幅寬從60公里，擴增至90公里。在與巴西聯合製造「資源一號02B」衛星之後，中國開始自主開發高解析度遙測衛星。中國2011年發射了自主研發的「資源一號02C」衛星，其性能與「資源一號02B」相仿，但是達到技術自主的目的。

2012年中國發射了第一顆民用高解析度光學衛星「資源三號01」，為中國第一枚可立體成像的民用遙測衛星，能測繪「1:5萬」比例尺地形圖，近地點最高解析度達2.1公尺，軌道行徑方向拍攝解析度為3.5公尺。2016年「資源三號02」衛星發射組網後，軌道行徑方向拍攝解析度增加到2.5公尺。2020年7月15日「資源三號03」發射後，全球覆蓋週期由59天縮短至15天，再訪率也由3-5天縮短至約1天。<sup>9</sup>

### 二、「高分」系列

「高分一號」和「高分二號」都是光學成像遙感衛星，惟後者全色和多光譜解析度提高一倍，首度達到全色1公尺、多光譜4公尺，且國產化程度為「高分」系列中最高者。

---

<sup>9</sup> 〈資源三號衛星影像資料〉，中景視圖科技有限公司，2021年4月11日閱覽，<http://www.zj-view.com/ZY3>；“ZY-3A,” eoPortal Directory-European Space Agency, reviewed April 11, 2021, <https://earth.esa.int/web/eoportal/satellite-missions/v-w-x-y-z/zy-3a>; Xinming Tang et al., “The China ZY3-03 Mission: Surveying and Mapping Technology for High-Resolution Remote Sensing Satellites,” *Geoscience and Remote Sensing Magazine, IEEE*, Volume 8, Issue 3, September 2020, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9044293/authors#authors>。

「高分三號」則為系列中唯一一枚低軌道合成孔徑雷達(SAR)衛星，重點是打破過去核心技術全仰賴外國的瓶頸。當時為中國首枚 C 頻段 SAR 衛星，解析度最高可達 1 公尺。

「高分四號」為中共第一顆地球靜止軌道 (GEO) 光學衛星，最大數據傳輸速率為每分鐘 3 張影像，全色解析度為 50 公尺；2020 年發射地的「高分十三號」則為第二枚 GEO 光學衛星。

「高分五號」則因其具有大氣污染控制應用的任務而裝有高光譜相機、大氣環境和成份探測設備；「高分六號」又與「高分一號」擁有相似性能。

2018 年 3 月 31 號發射的三枚衛星「高分一號 02 星」、「高分一號 03 星」、「高分一號 04 星」，組成了中國第一個民用高解析度光學衛星星座，成像能力達到了的再訪週期 2 天、全球覆蓋週期 15 天的頻率。這三顆衛星還可與 2013 年發射的「高分一號」衛星合作，將再訪率縮短至 1 天，全球覆蓋週期至 11 天。<sup>10</sup>

2020 年 7 月 3 日發射的「高分多模」衛星則為整個高分專項當中，解析度最高的光學遙測衛星，配有 1 個全色、8 個多光譜譜段，解析度優於 50 公分。<sup>11</sup>

### 三、衛星影像自給率

中國目前對地偵照衛星達 177 枚，<sup>12</sup>並戮力發展影像仍供不應求的 SAR 衛星偵照。光學遙測已產生進口替代效應，SAR 部分仍落於西方商業公司之後。

---

<sup>10</sup> 〈高分一號 02、03、04 星傳回首批圖像〉，中華人民共和國國務院國有資產監督管理委員會，2018 年 4 月 11 日，<http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c8841167/content.html>。

<sup>11</sup> 馮華，〈高分多模衛星看得更清更准〉，《人民網》，2020 年 10 月 12 日，<http://ip.people.com.cn/BIG5/n1/2020/1012/c136655-31888246.html>。

<sup>12</sup> 《中國安全戰略報告 2021》，日本防衛研究所，2020 年 11 月 13 日，頁 38，[http://www.nids.mod.go.jp/publication/chinareport/chinese\\_index.html](http://www.nids.mod.go.jp/publication/chinareport/chinese_index.html)。

在光學衛星部分，中共軍用遙測衛星主要使用可見光或近紅外光譜段，其最高解析度應已達 30 公分水準，民用遙測衛星則注重多光譜成像，以便識別各種資源特徵，其解析度按應用所需大多尚未達到亞米級。中國航太科技集團五院資源三號衛星總設計師曹海翊曾表示，在資源三號系列衛星發射之前，每購買一次 2.5 米解析度中國全境影像，成本可達 3 億人民幣，「資源三號 01 星」運行後至 2020 年為止，已拍攝了 8 次的中國全境影像，連帶使國際廠商相關報價一併壓低。<sup>13</sup>

在 SAR 衛星部分，繼 2016 年發射的「高分三號」，天儀研究院的「海絲一號」2020 年 12 月 22 日也成功發射，長沙天儀也成為中共首家、全球第三家運營 SAR 衛星的商業公司。<sup>14</sup>「海絲一號」，最高解析度為 1 公尺，為中國第一枚商用 SAR 衛星，也是世界上少數使用 C 波段的 SAR 商用衛星，中國官方稱是為了「跨大民用可能性」，間接確立了軍民通用的既有目標。為了達成全天候實時偵照的目標，長沙天儀計畫總共要發射 56 枚小型 SAR 衛星。

中共國防科工局重大專項工程中心主任高分專項總設計師童旭東曾提及 2018 年中國對於解析度 16 公尺的遙測影像數據已實現完全進口替代，而全色 2 公尺/高光譜 8 公尺數據自給率約 80%，全色 1 米公尺/4 公尺部分替代進口，亞米級幾乎完全為國外壟斷。當時 2.5 公尺以下解析度衛星數據直接消費總額約超過 5 億人民幣，70% 皆為外購。<sup>15</sup>未來隨著商業衛星如「高景」、「珠海」、「千乘」、

---

<sup>13</sup> 胡喆，〈三星齊聚！資源三號 03 衛星發射三大看點〉，《新華網》，2020 年 7 月 25 日，[http://www.xinhuanet.com/tech/2020-07/25/c\\_1126284631.htm](http://www.xinhuanet.com/tech/2020-07/25/c_1126284631.htm)。

<sup>14</sup> 其它兩家國際 SAR 商業公司為芬蘭 ICEYE 公司（18 枚 X 波段，再訪週期 1 小時，解析度 1 公尺 X 25 公分）和美國 Capella 公司（36 枚 X 波段，再訪週期 1 小時，解析度 50 公分 X 50 公分）。在國家級 SAR 衛星方面，2007 年德國 TerraSAR-X、義大利 COSMO-SkyMed 及加拿大的 Radarsat-2 等 SAR 衛星陸續昇空，解析度都達到 1 公尺。COSMO-SkyMed 第二代也即將部署。

<sup>15</sup> 〈中國“天眼”工程新進展 高分衛星數據已替代進口〉，《新浪網》，2018 年 6 月 11 日，<https://bit.ly/32uL5Ew>。

「銀河」、「靈鵲」等系列星系逐漸建成後，預料解析度不優於一公尺的中國衛星影像市場將邁向完全國有化。

表 4、高分系列衛星

名稱	NORAD 代號	COSPAR 代號	發射日期
GAOFEN 12-02	48079	2021-026A	2021/03/20
GAOFEN 14	47231	2020-092A	2020/12/06
GAOFEN 13	46610	2020-071A	2020/10/11
GAOFEN 11-02	46396	2020-064A	2020/09/07
GAOFEN 9-04	46025	2020-054A	2020/08/06
GAOFEN DUOMO (GFDM)	45856	2020-042A	2020/07/03
GAOFEN 9-03	45794	2020-039A	2020/06/17
GAOFEN 9-02	45625	2020-034B	2020/05/31
GAOFEN 7	44703	2019-072A	2019/11/03
GAOFEN 10	44622	2019-066A	2019/10/04
GAOFEN 11	43585	2018-063A	2018/07/31
GAOFEN 6	43484	2018-048A	2018/06/02
GAOFEN 5	43461	2018-043A	2018/05/08
GAOFEN 1-04	43262	2018-031D	2018/03/31
GAOFEN 1-03	43260	2018-031B	2018/03/31
GAOFEN 1-02	43259	2018-031A	2018/03/31
GAOFEN 3	41727	2016-049A	2016/08/09
GAOFEN 4	41194	2015-083A	2015/12/28
GAOFEN 9	40894	2015-047A	2015/09/14
GAOFEN 8	40701	2015-030A	2015/06/26
GAOFEN 2	40118	2014-049A	2014/08/19
GAOFEN 1	39150	2013-018A	2013/04/26

資料來源：作者整理自公開資訊。

## 伍、結論

對北京來說，「資源」系列最重要的意涵是讓中共能在衛星立體測繪上擁有自主性，而「高分」系列則是在光學遙測方面能夠拉近與歐美國家之間的距離。中國在光學觀測衛星公尺等級解析度，在能力門檻上達美國 2000 年代水準，特別是解析度亞米級衛照方面實現了部分自主，SAR 衛星則剛開始出現進口替代來源，但品質仍與歐美有差距。中國雖然在解析度上追趕西方衛星，但是其龐大的製造量以及部署速度與 AI 技術，將有利其迅速發展。

由於一般障地防護用的反偵照光學迷彩對於 SAR 衛星對說效果極為有限，中國 SAR 衛星若未來大量部署，將成為我國安全一大隱患。反制 SAR 衛星偵照目前主要有兩種方式：第一、「被動防護」，即利用複合塗料或雷達波散射偽裝網掩蔽，重點在於材質的雷達波吸收能力，複合塗料過於昂貴難以大量採用，雷達波散射偽裝網較為可行，然而需考量我國高溫多雨環境對材質之耗損，環境鹽度更高的海軍船艦就更不在話下。第二、「主動防護」，對於防護目標直接以電磁波散射干擾，或者利用 SRA 衛星成像特性進行電磁偽裝，如利用「雷達陰影」（Radar Shadow）面積來發射擬態雷達波，這類反 SAR 衛星偵照技術須結合電磁作戰與衛星偵照之專才，未來將是我國電磁作戰不容忽視的一大重點。

此外，我國也應特別觀察中國地球靜止軌道（GEO）光學衛星之發展，該類衛星能夠執行實質上的即時定點偵照，對於中國強化「反介入/區域拒止」（Anti-Access/Area Denial, A2/AD）具有難以取代的增強作用。現階段 GEO 光學衛星礙於軌道位置超過 36,000 公里，光學鏡片技術難以突破、對地訊號傳輸不夠即時兩大困難點，仍未達到實時功效，但是未來中國一旦在星地雷射傳輸、GEO 光學成像技術有所突破，屆時恐將見到太空級監控設備的誕生。

本文作者蔡榮峰為澳洲國家大學戰略及外交碩士，現為財團法人國防安全研究院國家安全研究所政策分析員。

# **A Preliminary Study of The Development of China’s Space Telemetry Satellites —from the “Ziyuan” to the “Gaofen” Series**

*Oddis J. Tsai*

*Policy Analyst*

## **Abstract**

In recent years, China has implemented the “Military-Civil Fusion” Strategy to develop high-resolution satellite imagery capabilities because of its ambition to build up global all-weather reconnaissance. This paper aims to analyze China’s telemetry capacities through discussing the “Ziyuan”(資源) and “Gaofen”(高分) series of satellites and newly launched commercial satellites.

This article consists of three sections. The first focuses on the evolution of the “Ziyuan” and “Gaofen” series and the policies for developing civil telemetry satellites since 2015. The second intends to create an inventory of satellite measurement and control platforms of the Peoples’ Liberation Army. The third examines the “Ziyuan” and “Gaofen” series of satellites and the self-sufficiency of China's satellite imagery. This article then concludes by addressing the security implications to Taiwan.

Despite their importance, telemetry satellites involved in ocean and weather observation, as well as the covert PLA reconnaissance constellation “Jiangbin”(尖兵), “Yaogan”(遙感) and “Shiyan”(試驗), are outside the scope of this paper.

**Keywords:** China, satellite, telemetry