

壹、前言

在 2021 年 3 月發表的《中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和 2035 年遠景目標綱要》（以下簡稱《「十四五」規劃》）當中，航空航天產業被歸類為戰略性新興產業之一，是國家產業體系的新支柱。¹ 由此可看出航空裝備發展是中華人民共和國當前的國家政策重點。² 這些裝備所使用或正在開發中的技術事關中國空軍是否能夠從「國土防空」的守勢戰略順利走向「空天一體、攻防兼備」的攻勢戰略，此外，面臨共機襲擾次數大幅增加的我國，也應持續關注掌握其發展的最新動態以尋求有效因應對策。因此，本章將挑選主力航空器、發動機與航空機載系統中的數項重要裝備作為分析對象，就其發展、影響以及未來展望進行評估。

貳、關鍵裝備發展

一、主力航空器

（一）殲-20

雖然被界定為第五代戰機的殲-20（J-20）在 2011 年就已經完成首飛，2017 年開始正式服役，但北京依舊持續不斷對其進行改良。除了光

* 國防安全研究院國防戰略與資源研究所助理研究員。

1 〈中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和 2035 年遠景目標綱要〉，《中華人民共和國中央人民政府》，2021 年 3 月 13 日，http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm。

2 本文以中共指涉中華人民共和國。

電瞄準系統（Electro-Optical Targeting System）與彈鼻錐體（Nose cone design）的機體設計與美國空軍 F-22 戰機與 F-35 戰機採用雷同的技術與設計以外，殲-20 也開發了一些獨特技術，包括優異的內置油箱容量。近年來，殲-20 主要的進步表現在表面光度（surface finish）、包括（氣動面）致動器（actuators）與進氣道（intakes）等低偵測性（Low Observable, LO）技術以及總體製造品質方面。³ 然而，目前殲-20 遭遇到發動機研發落後的問題，導致其無法超音速巡航以及雷達截面積（Radar Cross Section, RCS）也過高，雖然目前採用鋸齒式尾噴嘴來解決發動機後向雷達的匿蹤問題，⁴ 但在專屬發動機渦扇-15（WS-15）開發完成之前，超低偵測性（Very Low Observable, VLO）的標準將難以達成。

殲-20 目前已經開始進行少量生產，在 2021 年 7 月 1 日的中國共產黨百年黨慶大會上，15 架殲-20 參與是殲-20 至今的最大規模飛行編隊公開亮相，⁵ 目前其總數根據不同的資料來源而未有定論，⁶ 一般認為介於 24 架至 150 架之間。此外，目前公開資料仍未有太多殲-20 進行實戰演練的證據，殲-20 在技術上是否已經成熟到可以投入實戰還是令人存疑，間接說明了為何目前只有少量生產的原因。

（二）運-20

解放軍主力運輸機運-20（Y-20）近來正在進行加油機版本運油-20（Y-20U）的改裝嘗試，其能夠同時提供 3 架飛機的空中加油，滿足 6 架

3 Justin Bronk, “Russian and Chinese Combat Air Trends,” *Royal United Services Institute*, October 30, 2020, https://static.rusi.org/russian_and_chinese_combat_air_trends_whr_final_web_version.pdf p. 41.

4 〈殲 20 發動機越短越強？鋸齒狀菊花噴管終獲突破，紅外輻射直降 80%〉，《騰訊網》，2020 年 11 月 18 日，<https://new.qq.com/omn/20201118/20201118A0I52100.html>。

5 劉凝哲，〈慶賀建黨百年：15 架殲 20 首次大規模亮相天安門廣場〉，《大公網》，2021 年 7 月 1 日，<http://www.takungpao.com/news/232108/2021/0701/604195.html>。

6 相關討論可參見：歐錫富，〈中共黨慶誇大殲-20 戰力〉，《國防安全即時評析》，2021 年 7 月 8 日，<https://ppt.cc/fvpGTx>；盧伯華，〈殲 20 至少列裝 150 架 中共空軍宣佈跨入戰略空軍門檻〉，《中時新聞網》，2021 年 8 月 31 日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20210831005816-260409?chdtv>。

至 8 架次殲-11 系列或殲-20 戰機的空中加油需要。⁷ 與現役的轟油-6 (HY-6) 與伊爾 78 (Il-78) 空中加油機相較，運油-20 攜帶燃料量約是現役的轟油-6 的 3 倍，伊爾 78 的載油能力雖然與運油-20 相近，但採用超臨界機翼 (Supercritical Wing) 的運油-20 下滑比 (glide ratio) 較大，有較佳的爬升性能，因此較為省油。⁸

目前運油-20 的發展已近最後階段，運油-20 的原型機在 2018 年完成其首飛，2020 年 12 月 30 日西安市閻良機場的空拍照片顯示出停放 4 架改裝完成的運油-20，這意味著運油-20 的改裝計畫已經完成或其品質已經達到可以批次生產 (serial production) 的地步。⁹ 2021 年 9 月 3 日運油-20 則被拍到與殲-16 一同進行訓練的畫面。¹⁰ 種種跡象顯示出運油-20 已經逐步加入中共空軍戰力的體系中。

二、發動機

(一) 渦扇-15

2016 年首批量產的殲-20 使用俄羅斯製的 AL-31F 發動機的修改版本 AL-31FN Series 3，其推力為 137 千牛。儘管北京希望盡早以具備 160 千牛至 180 千牛推力的渦扇-15 發動機取代 AL-31FN 作為殲-20 的發動機，然而其始終無法通過最終測試，導致殲-20 必須採用渦扇-10C (WS-10C) 發動機作為過渡方案。¹¹ 渦扇-10C 作為渦扇-10B 的改良版本，其已具有

⁷ 小山，〈中國改裝成功運 20 空中加油機空軍實力稱大增〉，《法國國際廣播電台》，2019 年 4 月 28 日，<https://ppt.cc/fQIMMx>。

⁸ 〈再見轟油 6 運油 20 列裝 有力增強空軍遠程作戰能力〉，《MP 頭條》，2021 年 9 月 13 日，<https://min.news/zh-tw/military/b37960ae2e05a807c86bee45188539a9.html>。

⁹ Mike Yeo, "Satellite Images Suggest China's New Tanker Aircraft is Under Production," *Defense News*, February 18, 2021, <https://www.defensenews.com/global/asia-pacific/2021/02/18/satellite-images-suggest-chinas-new-tanker-aircraft-is-under-production/>.

¹⁰ Greg Waldron, "China's Y-20U Tanker Spotted Flying with Fighter," *Flight Global*, September 3, 2021, <https://www.flightglobal.com/defence/chinas-y-20u-tanker-spotted-flying-with-fighter/145332.article>.

¹¹ Minnie Chan, "China Wants to Modify the Engines on its J-20 Stealth Fighter to Match the US's F-22," *Business Insider*, January 11, 2021, <https://www.businessinsider.com/china-modifies-j20-stealth-fighter-engine-to-match-us-f22-2021-1?r=US&IR=T>.

推力向量控制（thrust vector control）的技術，其推力可達 145 千牛。¹² 在 2021 年 9 月 28 日至 10 月 3 日舉行的珠海航展上，主打使用「中國心」的殲-20 首度亮相，¹³ 儘管北京官方並未明言「中國心」指涉何種國產發動機，但極有可能象徵殲-20 的渦扇-10C 換裝已近完成。¹⁴ 然而，相較於 F-22 戰機所使用 F-119 發動機的 156 千牛以及 F-35 戰機所使用的 F-135 發動機 190 千牛，渦扇-10C 的推力依舊與前者還有一段差距。因此，渦扇-15 的需求已十分迫切。

但我們可看到中共近年來在製造發動機的關鍵技術上不斷有新的進展。如以發動機的渦輪葉片為例，其必須能夠抗高溫高熱，最新一代如 F-135 發動機的渦輪進氣溫度（Turbine inlet temperature）可達攝氏 1,980 度，因此必須使用高溫合金以滿足破千度的工作溫度需求。中共自從 2010 年在陝西發現可作為高溫合金的稀有金屬「銻」（Rhenium）開始，其使用銻合金單晶葉片的發動機已經在 2017 年達到首飛標準要求。¹⁵ 2020 年據中共媒體報導，中共自製單晶葉片已經可以大量生產。¹⁶ 這代表品質已經足夠穩定，對於提升渦扇-15 的使用壽命有相當大的助益。此外，從渦扇-15 總設計師程榮輝位列 2020 軍工榜軍工風雲人物候選名單的首位，¹⁷ 也間接驗證了渦扇-15 的發展近來應該已經有一定的成果。

12 劉凝哲，〈國產航發終於行了，渦扇-10 進入 14 噸時代，多款戰機同時換裝〉，《香港 01》，2020 年 11 月 21 日，<https://www.gushiciku.cn/dl/0ln53/zh-tw>。

13 〈殲 20 戰機官宣用上「中國心」背後究竟有多難？〉，《新浪軍事》，2021 年 9 月 29 日，<https://mil.news.sina.com.cn/china/2021-09-29/doc-iktzscyx7084139.shtml>。

14 〈珠海航展落幕 專家評中國新武器和無人機研發〉，《美國之音》，2021 年 10 月 5 日，<https://www.voachinese.com/a/booming-Chinese-drone-industry-is-aiming-at-practical-military-defense-and-offense-20211005/6257705.html>。

15 〈中國航空發動機新材料有多牛 承受 117 噸重量不變形〉，《新浪軍事》，2017 年 9 月 5 日，<http://mil.news.sina.com.cn/jssd/2017-09-05/doc-ifykqmrV9836273.shtml>。

16 〈喜訊！我國航發實現單晶葉片批量生產〉，《每日頭條》，2020 年 5 月 11 日，<https://kknews.cc/zh-sg/n/9vmgm4b.html>。

17 〈渦扇 15 總師榮登軍工企業評獎榜首！說明渦扇 15 已經大獲成功〉，《知乎》，2020 年 12 月 15 日，<https://zhuanlan.zhihu.com/p/337112609>。

（二）渦扇 -20

中共空軍希望以渦扇-20（WS-20）取代原先裝備的俄製 D-30 發動機與其改良版渦扇-18（WS-18）發動機，相較於 D-30 的旁通比（bypass ratio，中國稱涵道比）1：2.24 與渦扇-18 的 3，渦扇-20 的旁通比可達為 1：5。目前，渦扇-20 發展尚稱順利，在 2020 年 11 月 23 日裝配渦扇-20（WS-20）的運-20 完成首飛後，¹⁸ 近來有愈來愈多相關測試的消息傳出，¹⁹ 2021 年 7 月 14 日中航工業官方微博發布懸掛 4 個大酒桶的運-20 漫畫，具有已經開始換裝渦扇-20 的隱藏含意，²⁰ 2021 年珠海航展上運-20 總設計師唐長紅也表示「運-20 不但有中國心，而且進展比較順利」，²¹ 都可說是對渦扇-20 發展表現滿意的證明。

三、機載武器系統

（一）反輻射飛彈

2020 年 11 月中共空軍釋出的影片中，懸掛在殲-11BS 的側翼的兩枚飛彈被外界視為是北京最新開發的反輻射飛彈（Anti-Radiation Missile, ARM），其與中共用以外銷的 CM-102 反輻射飛彈以及印度「魯德拉姆-1」（Rudram-1）反輻射飛彈具有共同特徵。²² 顯示出此一新型反輻射飛彈可能是在前者的技術基礎上開發而成。此外，其採用霹靂-15（PL-

¹⁸ 褚文，〈被指重大突破 中國運-20 配國產渦扇-20 航空發動機首飛〉，《Mdeditor》，2021 年 6 月 13 日，<https://ppt.cc/fbdShx>。

¹⁹ 〈最新照曝光，運-20B 搭配 4 發渦扇 20 正試飛，大運「心臟病」或痊癒〉，《Mdeditor》，2021 年 7 月 19 日，<https://www.gushiciku.cn/dl/0zZ9G/zh-tw>。

²⁰ 〈運 20B 疑首次被官方證實 換裝大涵道航發性能達到預期〉，《新浪軍事》，2021 年 7 月 17 日，<https://mil.news.sina.com.cn/china/2021-07-17/doc-ikqciyzk6037298.shtml>。

²¹ 〈殲-20、運-20 均已裝上「中國心」！航展探秘：走近大國重器 感受中國力量〉，《CCTV 中文國際》，2021 年 9 月 30 日，https://www.youtube.com/watch?v=75M9wdqKzEA&ab_channel=CCTV%E4%B8%AD%E6%96%87%E5%9B%BD%E9%99%85。

²² Thomas Newdick, "This May Be Our First Glimpse Of China's New Air-Launched Anti-Radiation Missile," *The Warzone*, November 9, 2020, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/37513/we-may-just-have-got-the-first-glimpse-of-chinas-new-air-launched-anti-radiation-missile>.

15) 上成熟的雙脈衝固體火箭發動機 (Double-Pulse Solid Rocket Motor) 技術，射程將較 CM-102 的 100 公里更遠。²³

(二) 空對空飛彈

在 2016 年所亮相的霹靂-21 (PL-21) 是目前重點發展的超長程空對空飛彈 (Air-to-Air Missile, AAM)，其與目前解放軍所使用霹靂-15 (PL-15) 同樣採用雙脈衝固體火箭發動機，將發動機燃燒室內用阻隔層將燃燒劑分割，各自擁有獨立的點火系統，透過火箭的箭載電腦控制不同系統點燃時間，第一次脈衝完畢後，第二次脈衝可以根據實際需要選擇點燃時間，使得火箭燃料可以有效管理提升飛行距離。此外，霹靂-21 透過主動雷達導引 (Active Radar Homing) 使雷達主動發射與接受雷達波，自身獨力完成導引。霹靂-21 射程據稱已達 300 公里，甚至達到 400 公里之譜。²⁴ 相較於霹靂-15 的 200 公里，有了大幅度的躍進。

然而，由於中共官方從未公布霹靂-21 的相關訊息，如何達成關鍵技術的突破是外界關注的焦點，雙脈衝固體火箭發動機固然能夠增加射程，但是固體火箭發動機需要自己的氧化劑與燃料。隨著射程的增加，它的重量與體積也跟著增加，隨之帶來複雜度提升與成本上揚的問題，²⁵ 也進一步影響其目標的偵測與命中。因此，霹靂-21 的發展是否真如相關中共媒體報導所言仍值得觀察。

23 〈殲 16D 戰機新利器曝光 可壓制 S400 及標準 6 系統 (圖)〉，《新浪軍事》，2020 年 11 月 12 日，<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202103310114.aspx>。

24 〈彈長 6 米，超過殲 -20 內置彈艙尺寸，霹靂 -21 射程能否達到 400 公里？〉，《網際談兵》，2021 年 4 月 29 日，<https://club.6parkbbs.com/military/index.php?app=forum&act=threadview&tid=16369457>。

25 “PL-20/PL-21,” *Global Security.org*, January 5, 2021, <https://www.globalsecurity.org/military/world/china/pl-21.htm>.

參、戰場價值與影響

一、主力航空器

(一) 殲-20

在數量有限的情況下，中共空軍在未來幾年內還是將以第四代戰機為主要戰力。根據 2020 年 9 月美國國防部公布向國會提交的《2020 中國軍事與安全發展報告》（*Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2020*），目前中共的主力戰機以殲-10（J-10）、殲-11（J-11）與殲-16（J-16）等為骨幹，其總數超過 800 架。²⁶

然而，數量不多的殲-20 在國土防空上已可扮演角色，在敵人進襲中國空域的情境下，伴隨其他第四代戰機的出擊，掛載霹靂-15（PL-15）的殲-20 將可對敵方的情報、監視與偵察（Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, ISR）能力造成嚴重威脅。此外，內置油箱的表現提升將使其可以進一步扮演遠距攔截者的角色，在遠離本土之處對來犯的敵機進行攻擊，這對於相當依賴加油機進行海外空中作戰的美軍來說將是棘手問題。²⁷

(二) 運-20

運油-20 的服役能夠有效提升目前中共空軍戰機的航程與作戰半徑（operating radius）。²⁸ 根據港媒報導，每完成一次空中加油，轟-6N 轟炸機的作戰半徑可以增加 25% 至 30%，殲-8、殲-10 等戰機可增加 30% 至

²⁶ Office of the Secretary of Defense, “Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2020,” *U.S. Department of Defense*, September 1, 2020, <https://media.defense.gov/2020/Sep/01/2002488689/-1/-1/1/2020-DOD-CHINAMILITARY-POWER-REPORT-FINAL.PDF>, pp. 50-51.

²⁷ Justin Bronk, “Russian and Chinese Combat Air Trends,” *Royal United Services Institute*, October 30, 2020, https://static.rusi.org/russian_and_chinese_combat_air_trends_whr_final_web_version.pdf p. 41.

²⁸ 歐錫富，〈中國加油機機隊〉，《國防安全即時評析》，2021 年 4 月 28 日，<https://ppt.cc/flwLWx>。

40%。²⁹ 這意味著殲-20 在西太平洋的制空能力將大幅提升，藉由運油-20 所提供的空中補給，殲-20 不需擔憂燃料問題持續進行巡航，其作戰半徑預估能夠從 1,700 公里增加至 2,500 公里。³⁰ 倘若台海發生衝突，面對來自第一島鏈及第二島鏈的美軍機隊，可以提前出擊實施攔截，確保其在進犯台灣時的空中優勢。

二、發動機

（一）渦扇 -15

渦扇-15 的研發落後使得殲-20 沒有的足夠動力，在這樣的情況下，其具備推力向量控制（thrust vector control）技術反而是一種負擔，因為其會進一步增加戰機的重量，³¹ 此外，渦扇-10C 的換裝固然能夠改善推力不足的問題，但其無法使殲-20 在不使用後燃器（afterburner）的狀態下就達成超音速巡航（supercruise）。因此，在渦扇-15 尚未完成試驗的情況前，殲-20 目前依舊無法完全發揮其第五代戰機的性能。

（二）渦扇-20

渦扇-20 開始裝備於運-20 上將能夠帶來兩項好處。一方面，運-20 將可擺脫發動機不足的限制而開始大量生產。根據中方專家評估，出自於作戰與救災等各種任務需要，目前中共約有 400 架運-20 的需求。³² 然而由於俄製 D-30KP-2 發動機交貨速度緩慢，導致運-20 過往面臨無發動機可

²⁹ 〈最強保障／轟 6U 全疆域加油 空軍戰力倍增〉，《大公報》，2021 年 4 月 19 日，<http://www.takungpao.com.hk/news/232108/2021/0419/576130.html>。

³⁰ 〈中國軍方首曝殲 20 空中加油照 隱示打擊擴至關島〉，《法國國際廣播電台》，2020 年 11 月 13 日，<https://ppt.cc/fwoYkx>。

³¹ Jamie Hunter, “China’s Enhanced J-20B Stealth Fighter May Arrive Soon, Here’s What It Could Include,” *The Warzone*, July 20, 2020, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/34990/chinas-enhanced-j-20b-stealth-fighter-may-arrive-soon-heres-what-it-could-include>.

³² 〈運-20 躋身世界十大戰略運輸機 需求超 400 架〉，《香港 01》，2021 年 1 月 8 日，<https://ppt.cc/flqlix>。

用的窘境。³³ 渦扇-20 的品質穩定代表北京能夠完全掌控其運-20 的生產供應鏈，未來將可依據實際需求建構一個以運-20 為核心的戰略運輸力量。另一方面，運-20 將可充分發揮其能力，包括推力的提升將可使其有效載重從 50 噸增加至 66 噸，使得運送過往伊爾-76 所無法運送的主戰裝備如 99 式主力戰車（Type 99 MBT）變成可能。耗油率的改善則將使航程與滯空時間延長。³⁴ 使運-20 能夠進行更遠距離的戰略運輸任務，有助於戰略空軍的目標實現。

三、機載武器系統

（一）反輻射飛彈

中共在反輻射飛彈領域的進展對於空軍未來的境外作戰將會帶來極大助益，特別是考量到與中共關係緊張的鄰近國家其防空能力近年來都在提升之中，包括印度向俄羅斯所購買的 S-400 地對空飛彈系統（S-400 missile system）即將在 2021 年底開始進行交付，我國「愛二性能提升及採購愛三」軍購案的相關飛彈已在 2017 年完成交運與部署，同時在 2026 年將完成愛國者三增程型飛彈（PAC-3 Missile Segment Enhancement, MSE）的部署。³⁵ 透過與專門進行電子戰的殲-16D（J-16D）進行搭配，將可以有效摧毀前述的防空飛彈系統。

（二）空對空飛彈

由於霹靂-21 的長度將近 6 公尺，無法掛載於殲-20 的內置彈艙（Internal weapons bay），外掛則會使殲-20 失去隱身能力，一般認為霹

33 謝佳鑫，〈中國軍刊稱運-20 引擎只夠生產 40 架 急需國產航發補位〉，《新浪軍事》，2014 年 7 月 26 日，<https://ppt.cc/f1q1ix>。

34 〈最新照曝光，運-20B 搭配 4 發渦扇 20 正試飛，大運「心臟病」或痊癒〉，《Mdeditor》，2021 年 7 月 19 日，<https://www.gushiciku.cn/dl/0zZ9G/zh-tw>。

35 〈國軍證實對美軍購愛國者三型增程型飛彈 115 年完成部署〉，《中央社》，2021 年 3 月 31 日，<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202103310114.aspx>。

霹靂-21 將會掛載於殲-16 上進行遠程打擊。霹靂-21 超遠距打擊能力可在摧毀敵方空戰系統的情報分析與後勤補給面向上扮演重要角色，由於預警機與加油機等飛機通常都在遠離作戰熱區的區域航行，其距離可能達到 300 公里遠，因此射程可達 400 公里遠的霹靂-21 如能開發成功可對預警機與加油機等高價值目標進行有效攻擊，最終使解放軍的「反介入／區域拒止」（Anti-Access/Area Denial, A2/AD）能力大幅提升。

肆、小結

綜觀中共空軍航空裝備的整體發展，在主觀意願方面，從「國土防空」轉變為「空天一體、攻防兼備」的空軍建軍戰略顯示出新世紀的北京領導人希望中共空軍走出去，成為能夠擔負離岸進攻與防衛任務的部隊。從客觀條件來看，包括戰機、運輸機、發動機、反輻射飛彈、空對空飛彈等項目在內的各項航空裝備，近來都有程度不一的技術革新與突破，這些成果賦予中共空軍從守勢走向攻勢戰略的物質條件。遠程作戰能力提升後的中國，對於印太地區周遭國家的威脅也將大幅增加，近年來共機擾台的次數增加即是一例，其固然帶有威嚇我國之用意，但也顯示出中共空軍能力強化的徵兆。

然而，北京依舊面臨許多挑戰，特別是發動機一直是中共空軍的致命弱點，發動機的開發落後使新研發的飛機無法完全發揮能力，間接也影響空載武器的使用效益。雖然從多項政策中我們可以看出北京對於發動機的特別重視，但中共在此方面的技術能力與歐美國家相較仍有一段不小的差距，諸多問題是否能夠順利克服將決定未來數年在中共戰略空軍的發展。