第三篇

經濟社會

第八章　2021 年中共經濟情勢與半導體發展策略

第九章　中共航天科技與產業之發展

第十章　中共建黨百年下全面收緊社會控制

第八章　2021 年中共經濟情勢與半導體發展策略

汪哲仁 *

壹、前言

2021 年 9 月下旬，由恆大財富公司部分債務止付而引發恆大股票在港交所暴跌，造成亞洲股市甚至美國股市連帶大跌。由於中共出手救恆大的意願不大，[1] 加上恆大 3,000 億美元負債因牽涉中國 128 家金融機構，引發市場對於系統性金融危機，進而引爆大規模社會維權事件之疑慮；且在一連串對大企業縮緊控制，如對電商平台、補教業、電玩業及演藝圈藝人打壓下，讓人對於中共 2021 年的經濟情況難以樂觀。此外，美中對抗的情況也未見緩解，拜登政府對於中共的科技對抗並沒有較川普政府放鬆，反而拉攏其盟友加入科技反中的行列。同時，這種打群架的態勢也發生在當前南海的競爭上。從中共推出「十四五規劃」與雙循環的策略上來看，中共是想透過國內市場以取代國外市場，利用本地龐大市場與國家資本扶持，發展科技自主，兩者的目的都是想擺脫來自美國的抑制，以追求國內長期經濟穩定發展。中共乃電子產品製造大國，電子產品廣泛運用在各產業中，小從玩具業大到航太產業，使得電子產業占其 GDP 的比重日益增加，也是推動經濟成長的重要動力之一。但過去重要的零組件大多仰靠進口，特別是在這幾年受到美方制裁，中共欲大力推動的 AI 產業、5G 等需要高運算能力的先進晶片取得不易，影響產業發展，因此必須以本地自產取代進口。未來中共經濟若要往高質量發展，電子產業 —— 尤其是積體電路產業的自主，不僅是戰略產業自主的必須條件，更是經濟成長不可或缺的部分。

* 國防安全研究院網路安全與決策推演研究所助理研究員。

1 Keith Zhai, “China Makes Preparations for Evergrande’s Demise,” *Wall Street Journal*, September 23, 2021, https://www.wsj.com/articles/china-makes-preparations-for-evergrandes-demise-11632391852.

本文首先分析中共的經濟表現，接著探討影響中共未來經濟升級的積體電路產業（Integrated Circuit, IC，中國稱為集成電路）策略，最後總結中共希望藉彎道超車發展第三代半導體產業的前景。

貳、當前中共經濟現況

一、下半年經濟展望不佳

根據中共國家統計局 2021 年 7 月所公布的上半年經濟數據顯示，今年第二季中國 GDP 較去年同期增長 7.9%，此數字比今年第一季的 18.3% 的增速有所回落。主要是去年第一季的成長是 -6.8%，第二季已經成長 +3.2%，由於基期已經大幅提高，所以今年第二季的表現不如第一季。

整個上半年中共 GDP 增速達到 12.7%，跟去年相比屬大幅增長。但若計算兩年平均增長則只有 5.3%，距離疫情前的 6% 增長水準還略有不足。但是下半年開始經濟增速表現則見疲軟之象；據新公布的 8 月份工業生產同比增加 5.3%，雖有成長，但呈現出自年初以來緩步下降的趨勢。雖然發電量與用油量都比去年略高，但是鋼材、水泥、汽車銷售都低於去年同期。值得注意的是，8 月份發電量同比僅增加 0.2%，較前幾個月 7% 以上的增幅，大幅滑落，發電量減緩或導致 9 月底停電事件。

除了現況不佳外，整體製造業前景亦不甚樂觀。2021 年 9 月中共統計局公布的製造業經理人採購指數（Purchasing Managers' Index, PMI）為 49.6，首次跌破 50 的榮枯線，已連續 6 個月呈現下跌，且各項次指標皆在 50 以下。中共統計局認為主要是受到高溫、暴雨、疫情的影響所致，然中共財星網 8 月所公布的類似指標也呈現相似情況。顯見整體製造業面臨相當大的壓力，而 8 月服務業的 PMI 也降至 50 榮枯線以下，為 5 月份以來首見。[2] 上述指標顯示中共生產經營者對於未來經濟前景的看法波動

2 中國國家統計局所公布的非製造業商務活動指數，2021 年 8 月驟降至 47.5，而後於 9 月份回升到 53.2；財新網的服務業 PMI 為 53.4，由 8 月份的 46.7 處彈回。詳見〈2021 年 9 月中國採購經理指數運行情況〉，國家統計局，2021 年 9 月 30 日，http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202109/t20210930_1822646.html；〈9 月財新中國服務業 PMI 升至 53.4 重回擴張區間〉，《財新網》，2021 年 10 月 8 日，https://pmi.caixin.com/2021-10-08/101783800.html。

大，信心不穩，因此未來消費可能無法真如官方預期般樂觀。估計中國下半年 GDP 同比實際增速可能放緩至 5% 至 6%，大概回到疫情前的水準。

二、躉售物價上漲帶來壓力

雖然在疫情的影響下，消費者物價並無上漲壓力，2021 年 8 月份消費者物價指數（Consumer Price Index, CPI）較去年同月僅上漲 0.8%，其中以交通類與教育類上漲較顯著，分別為 5.9% 與 3%。但是工業物價指數卻是明顯上升。工業生產者購進價格指數較去年同期增加 13.6%，重要的生產原物料，如燃料、動力類、黑色金屬材料類、有色金屬材料及化工類的漲幅都達到 20% 以上。這波全球原材料價格上漲擠壓了中小企業利潤，因此，繼去年減稅 2.5 兆元（人民幣，以下同）後，中共今年也將推出新的降稅減費措施，金額預計高達 7,000 億元。[3]

另消費持續低迷。雖然 1 月份至 8 月份社會消費零售總額較去年同期增加 18.3%，但該總額的單月成長率，由 4 月份的 15.8% 逐月下滑，到 8 月份已是 2.3%，除因汛情和疫情短期衝擊外，民間消費在疫情受到控制後並未出現反彈，而且下半年出口增速也可能持續疲軟，經濟面臨的下行壓力加大。對經濟悲觀的情緒也反映在貸款需求上，8 月份企（事）業單位新增中長期貸款需求 5,215 億元，同比減少逾 2,000 億元，短期貸款則減少 1,149 億元，顯示實體融資需求不足。因此，有報導認為中共下半年的 GDP 會比上半年更加吃力，需要出臺支撐經濟增長的政策。[4] 綜上，在需求不振的情況下，2021 年經濟成長主要還是靠政府投資與進出口來帶動經濟。

3　〈財政部：今年全年新增減稅降費規模預計超過 7000 億元〉，《第一財經》，2021 年 7 月 30 日，https://www.yicai.com/news/101126304.html。

4　〈2021 年下半年宏觀政策基調或將穩中有鬆〉，《第一財經》，2021 年 8 月 4 日，https://www.yicai.com/news/101130259.html。

三、寬鬆貨幣與基礎建設帶動經濟

在貨幣方面，7 月 15 日宣布下調金融機構存款準備金率 0.5%（俗稱的「降準」）。這次全面降準估計釋放長期資金約 1 兆元。這也造成 8 月份廣義貨幣（M2）[5] 增加 8.2%。M2 的增加並沒有反映在民間資金之取得。由於 M2 與狹義貨幣（M1）增速的差距自 5 月份後開始擴大，由 2.2% 增加到 8 月份的 4%，代表民間的資金轉向流動性較差的儲蓄存款或定期存款，表示民間寧願將資金放在流動性較差的定期存款帳戶以賺取利息，而不放在可隨時提取便於投資的活期存款，這反映了市場對未來經濟走勢的預期悲觀。這種悲觀的看法同時也反映在社會融資的增量上，8 月份的增量為 2.96 兆元，比去年同期減少 6,295 億元。[6]

由政府主導的新基建成為經濟成長的主要動力。2021 年至 2025 年對新基建的投資額，政府與民間合計將達到 10.6 兆元，未來每年的投資規模大約為 2 兆元。[7] 例如，2020 年底已開通的 5G 基地台為 71.8 萬個，2021 年 8 月底為 99.3 萬個。[8] 在特高壓上，國家電網 2020 年投資額達 4,605 億元，今年持續提高，達 4,730 億元。[9] 此外，基於碳中和的目標，未來對於風力發電、太陽能發電等新能源的投資將持續加碼。

5 根據中國人民銀行的定義，M0 是指流通中的現金，狹義貨幣（M1）是指 M0 加上單位活期存款（其中企業活期存款約八成），廣義貨幣（M2）是指 M1 加上企業定期存款、居民儲蓄存款，及其他存款。

6 〈8 月份人民幣貸款增加 1.22 萬億元〉，《人民網》，2021 年 9 月 11 日，http://finance.people.com.cn/BIG5/n1/2021/0911/c1004-32224176.html。

7 〈中國大幅擴大新基建投資〉，《日經中文網》，2021 年 1 月 25 日，https://zh.cn.nikkei.com/china/ceconomy/43560-2021-01-25-05-00-00.html。

8 〈最新資料顯示：我國已建成全球最大 5G 網路〉，中國政府網，2021 年 1 月 31 日，http://www.gov.cn/xinwen/2021-01/31/content_5583838.htm；〈中國 5G 應用領跑世界：已開通建設 5G 基站 99.3 萬個〉，《中國服務貿易指南網》，2021 年 9 月 10 日，http://tradeinservices.mofcom.gov.cn/article/szmy/hydt/202109/119606.html。

9 〈國家電網發布 2020 年社會責任報告：2021 年電網投資 4730 億元〉，《國際電力網》，2021 年 4 月 15 日，https://power.in-en.com/html/power-2386504.shtml。

四、發展戰略由外轉內

由於外部經濟不確定性大，中共發展戰略轉為內循環為主。由於美國政府對中共展開的貿易戰與科技對抗，讓許多中共企業難以獲得先進技術與關鍵技術。在疫情的影響下，供應鏈不僅脫鉤且受阻，全球疫情防控不同步、經濟復甦不平衡。此外，美國聯邦準備體系（Federal Reserve System, Fed）貨幣政策可能轉向緊縮等都加大外部不確定性，也為進出口成長帶來隱憂。2020 年 5 月，習近平提出「以國內大循環為主，國內國際雙循環」的新發展概念。此一以擴大內需為主的「雙循環」新戰略，主要是為解決「在疫情衝擊下全球產業鏈供應鏈發生局部斷裂……國外原材料進不來、海外人員來不了、貨物出不去，不得不停工停產」的情況。[10] 就中方角度而言，川普上台後所推動的貿易保護主義、以美國利益為主的單邊主義，甚至是霸凌主義等做法，造成「逆全球化」現象，使得全球產業鏈、供應鏈、價值鏈開始動搖，讓中共經濟面臨前所未有的困難和挑戰，而作為全球化受益者的中共必須對此有所回應。

在內循環方面，主要是要實現市場與技術的自主可控。為避免市場受到各種不利因素（貿易保護主義與新冠疫情）所帶來的衝擊，中共將未來經濟發展置於超大規模的國內消費市場上；為避免技術受制於人而影響經濟發展，中共著手國產化各種關鍵技術與產品，特別是在被「卡脖子」的晶片產業。外循環在此一雙循環戰略主要是以支持內循環為主，透過持續推廣外銷以保有中共製造的規模產量，再利用吸引外資及技術以提升國內製造的品質與科技含量，最後達成以內循環取代外循環的目標。

10 〈邁好第一步　見到新氣象〉，《人民網》，2021 年 8 月 3 日，http://politics.people.com.cn/BIG5/n1/2021/0803/c1001-32178833.html。

參、中共半導體產業自主發展困境

一、中共半導體發展與現況

中共自從 1950 年代開始發展半導體業後，國家扶持扮演重要的角色，第六個五年計畫（1980～1985）與第七個五年計畫（1986～1990）分別對於半導體產業提出數十項計畫，特別是在半導體設計、測試、半導體製造、半導體在終端產品應用、半導體製造設備，以及基礎理論研究等方面進行所謂的「國家科技攻關」。「八五計畫」（1990～1995）除了上述的內容外，更提到建立晶圓代工（Foundry，中共稱為「標準工藝加工線」）、發展砷化鎵（GaAs）等功率半導體等。[11]「九五計畫」（1996～2000）將目標設為建造 8 英吋晶圓廠，開發 0.3～0.5 微米 IC 等的專項工程。特別是重點發展新型 IC 電子元件、電腦和通信設備，以強化經濟社會發展所需的資訊化系統和製造設備能力。中共對 IC 產業扶植的政策以稅收優惠以及利用國家預算所推動的專項工程為主。在 IC 製造數量方面，1995 年已有 3.1 億顆的製造規模，當時預估 2000 年時的產量為 25 億顆，而實際達成數量則是遠高於此。[12]

2000 年《國務院關於印發鼓勵軟體產業和集成電路產業發展若干政策的通知》發布，以及後來 2003 年半導體景氣好轉的帶動下，中共 IC 市場和產業規模都有大幅度的增長。截至 2003 年底為止，IC 晶圓生產線已超過 30 條。6 吋以下的晶圓廠比重仍達 78%，8 吋晶圓廠還不是主流，且製程水準尚未達到國際主流水準，0.35 微米以上的製程占有超過八成的比例。[13]「十一五計畫」（2006～2010 年）期間主要是推動 IC 研發中心，

11 俞忠鈺，〈我國集成電路產業的現狀和發展趨勢〉，《半導體情報》，第 1 期，1988 年，頁 7-10；姜均露，王陽元，王永文，〈我國集成電路科技攻關的回顧與展望〉，《上海交通大學學報》，第 26 卷第 1 期，1992 年，頁 1-14。

12 〈中華人民共和國國民經濟和社會發展「九五」計畫和 2010 年遠景目標綱要〉，中國人大網，1996 年 3 月 17 日，https://reurl.cc/EZgDM1。根據 2000 年的統計公報顯示，IC 製造數量為 58.8 億顆，詳見〈中華人民共和國 2000 年國民經濟和社會發展統計公報〉，中國政府網，2001 年 2 月 28 日，http://www.gov.cn/gongbao/content/2001/content_60684.htm。

13 謝東和，〈兩岸 IC 製造業發展動向與競合〉，《CTimes》，2004 年 3 月 5 日，https://www.ctimes.com.tw/DispArt/tw/0403051334I0.shtml。

發展 IC 基礎軟體。在晶圓製程方面則達成 90 奈米，並且向 60 奈米至 45 奈米製程推進。

2011 年的《國務院關於印發進一步鼓勵軟體產業和集成電路產業發展若干政策的通知》[14]，以及 2012 年 2 月《電子資訊製造業「十二五」發展規劃》[15] 與《集成電路產業「十二五」發展規劃》[16] 等，讓中共 IC 產業發展環境持續得到優化。為進一步加快積體電路產業發展，2014 年 6 月國務院推出《國家集成電路產業發展推進綱要》，確定 IC 產業發展的基本原則為：「需求牽引、創新驅動、軟硬結合、重點突破、開放發展」五項。

2015 年推出的「中國製造 2025」著重於 IC 產業與其相關的專用裝備。在設計面上，著重於 IC 智慧財產權（IP）和設計工具（EDA）以提升積體電路設計水準；在積體電路製造方面，突破攸關國家資訊與網路安全及電子整機產業發展的核心通用晶片；在封裝方面，著重於高密度封裝及 3D 封裝；在專用裝備方面，掌握提升封裝產業和測試的自主發展能力，形成關鍵製造設備供貨能力。此時，最先進的光刻機尚未在專用裝備政策的視野範圍內。在「十三五」期間（2016～2020 年），中國半導體製造業取得一些具體成果，如 12 英吋「特色工藝」生產線投產、[17] 中芯國際的 14 奈米製程正式量產、[18] 長江存儲開發出 128 層 3D NAND 快閃記憶體等，基本上已經和國際主流處於同一水準線上；[19] 另有中微 5 奈米蝕

14 〈國務院關於印發進一步鼓勵軟體產業和集成電路產業發展若干政策的通知〉，中國政府網，2011 年 2 月 9 日，http://www.gov.cn/zwgk/2011-02/09/content_1800432.htm。

15 〈《電子信息製造業「十二五」發展規劃》印發〉，中國政府網，2012 年 2 月 24 日，http://www.gov.cn/gzdt/2012-02/24/content_2075829.htm。

16 〈《集成電路產業「十二五」發展規劃》印發〉，中國政府網，2012 年 2 月 24 日，http://www.gov.cn/gzdt/2012-02/24/content_2075782.htm。

17 中國所謂的「特色工藝」IC 是指不依賴先進製程和高端設備所製造出來的 IC 產品。這些產品並不需要如處理器或記憶體那般需要最先進、低奈米級的製程，而是按照工作環境不同的物理需求，提供不同的特殊功能。這類的產品包括功率零件、類比晶片、射頻器件、MEMS 及感測器等。

18 〈中芯與台積的距離 | 14 奈米已量產　坦承「離世界一流企業還有長路要走」〉，《蘋果日報》，2020 年 11 月 12 日，https://reurl.cc/NZbDmx。

19 邵樂峰，〈號稱業界之最　長江存儲 128 層 3D NAND 問世〉，《EET 電子工程專輯》，2020 年 4 月 14 日，https://reurl.cc/356mEO；韓青秀，〈長江存儲 128 層 NAND 良率未到位　中國本土供應鏈佈局中〉，《電子時報》，2021 年 8 月 24 日，https://reurl.cc/aNZzmQ。

刻機通過台積電驗證[20]，以及尚未被證實的光刻機等，足見中共在晶圓自製能力有相當的進展。

在市場銷售量方面，中共半導體銷售金額成長迅速，2020 年銷售金額為 8,848 億元，相較於 2010 年，成長超過六倍。[21] 在 IC 製造品質上也同樣提高，每單位平均售價由 2010 年 2.2 元／塊，成長到 2019 年的 4.08 元／塊；[22] 但出口用的 IC，其品質並無大幅度提升，平均單價由 2009 年的 0.42 美元／塊，成長到 2020 年的 0.45 美元／塊，[23] 無明顯提升。推測晶片製造單價提升而出口價格並未相對提升，可能是因為中共（含外資晶圓廠）在其境內製造的品質雖有提升，但是主要供應本地組裝所需；而外國電子組裝廠對於中國主攻的中低階晶片需求不大、出口有限，這也反映中共國產晶片在國際競爭力不足，其出口價格無法與他國類似產品競爭。

在積體電路產業的結構方面，目前呈現的是 IC 設計業最大，2021 年上半年產值為 1,766.4 億元，占整個產業的 43%，具國際競爭能力；其次是 IC 晶圓製造業，產值為 1,171.8 億元，占 29%；最後是 IC 封測業，產值為 1,164.7 億元，占 28%（見下表 8-1）。封測過去所占的比重大於晶圓製造，但在這一兩年新的晶圓廠產能陸續開出後，逐漸被晶圓製造業超越。

在生產線方面，中共這幾年在晶片製造迅速擴張，目前約有 200 餘條生產線（見下表 8-2），其中以儲存晶片占比最多，其次是邏輯晶片。目前在建、開工或簽約的 12 吋晶圓產線比目前已投產的還多，若以目前的興建速度來看，未來中共晶圓製造量應該會在往後幾年翻倍成長。

20 〈深圳中微半導體的 5nm 等離子體蝕刻機已通過了台積電的驗證〉，《電子工程世界》，2018 年 12 月 18 日，http://news.eeworld.com.cn/szds/2018/ic-news121814304.html。

21 2010 年的銷售量為 1,424 億元，詳見〈2010 年國內集成電路產業運行情況〉，中國半導體行業協會，2011 年 1 月 25 日，http://www.csia.net.cn/Article/ShowInfo.asp?InfoID=17076。

22 〈於燮康：中國積體電路產業發展進入新階段，與國外差距仍明顯〉，《華文頭條》，2020 年 10 月 15 日，https://reurl.cc/2o639m。

23 作者計算自中國半導體行業協會網站資料，http://www.csia.net.cn。

表 8-1　中共 IC 業結構

年度	2020 上半年	2020 上半年成長率(%)	2020	2020 成長率(%)	2021 上半年	2021 上半年成長率(%)
產業銷售額（億元）	3,539.0	16.1	8,848.0	17	4,102.9	15.9
IC 設計業（億元）	1,490.6	23.6	3,778.4	23.3	1,766.4	18.5
IC 晶圓業（億元）	996.0	17.8	2,560.1	19.1	1,171.8	21.3
IC 封測業（億元）	1,082.4	5.9	2,509.5	6.8	1,164.7	7.6
IC 進口數量（億個）	2,422.7	25.5	5,435.0	22.1	3,123.3	29
IC 進口金額（億美元）	1,546.1	12.2	3500.4	14.6	1,978.8	28.3
IC 出口數量（億個）	1,125.6	13.8	2,598.0	18.8	1,513.9	39.2
IC 出口金額（億美元）	505.1	10.5	1,166.0	14.8	663.6	32.0

資料來源：作者整理自中國半導體行業協會，http://www.csia.net.cn。

表 8-2　中共晶圓廠產線統計

	2018		2019		2021Q2				
	已投產		已投產		已投產		在建未完工、開工或簽約		
	產線	月產能	產線	月產能	產線	月產能	產線	月產能	投資額
12 吋	10	60		90	27	118	29	132	6,000
8 吋	20	90		100	28	120	10	27	NA
6 吋及以下						400			
6 吋	50 餘	200		230					
5 吋		90		80					
4 吋		200		260					
3 吋		50		40					
合計	100 餘				200				

說明：

一、本表為作者蒐集各報導而得，屬不完全統計資料。

二、產線的單位為條，月產能的單位為萬片，投資額單位為億元人民幣。

資料來源：〈於燮康：中國積體電路產業發展進入新階段，與國外差距仍明顯〉，《華文頭條》，2020 年 10 月 15 日，https://reurl.cc/2o639m；芯思想，〈2021 年第二季中國晶圓製造產線情況〉，《雪球》，2021 年 9 月 16 日，https://reurl.cc/MkyEVK；趙元闖，〈【產業年終盤點】2019 中國 63 座晶圓製造廠最新情況跟蹤〉，《電子工程專輯》，2020 年 1 月 3 日，https://reurl.cc/px5E2x。

整體而言，中共晶片製造業目前面臨的問題是，國內市場需求大（消費全球 24% 的電子用品與製造全球 35% 的電子用品），但是技術水準不強，國內自主創新雖多而不精，一些關鍵核心技術與先進裝備大量依賴國外供應，以企業為主體的製造業創新體系不完善；產品等級不高，缺乏世界知名品牌。

二、「十四五規劃」等政策工具

若「十四五規劃」的先後順序可以代表政策重要性的話，具有戰略性質的科技發展是「十四五規劃」之重點，因為科技的重要性與如何發展科技產業的篇幅涵蓋了「十四五規劃」的第二篇整篇，與第三篇前兩章。

在美中貿易戰與科技戰背景下所推出的「十四五規劃」，為求科技自主可控，除了大力投資晶圓製造業外（見下表 8-3），第三代半導體（分析詳見下節）、晶片設計工具、晶片製造設備都成為十四五期間發展的重點。

中共對半導體業者的補貼方法大致有三：（一）國家基金直接資金挹注入股；（二）減稅降費；（三）優惠貸款（銀行信貸與股權融資）。

中共於 2014 年與 2019 年分別成立「國家集成電路產業投資基金」（簡稱「大基金」）一期與二期，規模分別約為 1,000 億元與 2,000 億元。兩者投資方向略有不同，但都以當時政策扶植的產業為投資標的。第一期投資範圍覆蓋整個 IC 產業鏈，但過半數資金分配給半導體製造龍頭企業，如中芯國際約 215 億元，長江存儲 190 億元，華力微電子 116 億元、清華紫光 100 億元。[24] 2019 年陸續減持持股，預計 2024 年功成身退。第二期則著重於中國較弱勢的半導體設備、材料領域，如中微等。

中共國務院對於稅賦的補貼主要源自於 2000 年《鼓勵軟體產業和集成電路產業發展的若干政策》，接著是 2011 年「十二五規劃」的《關於

24 方凌，〈國產半導體重要進展！武漢國家記憶體基地專案二期開工〉，《全天候科技》，2020 年 6 月 21 日，https://awtmt.com/articles/3596487。

表 8-3　中國省／自治區／直轄市十四五期間 IC 產業規模規劃情況

單位：億元人民幣

年份	2021	2022	2023	2025	小計
安徽	1,000				1,000
北京				3,000	3,000
廣東				4,000	4,000
湖北		1,000			1,000
山東		1,000			1,000
陝西				2,000	2,000
上海	2,440				2,440
四川		1,500		2,000	3,500
浙江				2,500	2,500
重慶		350			350
甘肅				200	200
河北				200	200
湖南				300	300
江西				500	500
遼寧				800	800
天津			400		400
小計	3,440	3,850	400	15,500	23,190

資料來源：芯思想，〈各地「十四五」集成電路產業發展規劃和產業規模目標〉，微信公眾號，2021 年 9 月 10 日，https://reurl.cc/Ok5DKg。

進一步鼓勵軟體產業和集成電路產業發展若干政策的通知》，[25] 採取的手段為給予較低所得稅率，一定期間內進行減免（如兩免三減半）、免徵所得稅或投資退稅、加速折舊攤提等。2011 年新的獎勵辦法除了擴大所得稅優惠的範圍外，也做了部分調整，如取消再投資退稅等。[26]

25 中共國務院 2000 年發下政策通知後，財政部亦於 2000 年與 2002 年發出通知，分別是《關於鼓勵軟體產業和集成電路產業發展有關稅收政策問題的通知》與《關於進一步鼓勵軟體產業和集成電路產業發展稅收政策的通知》。2011 年的政策發出後，各相關部會於 2012 年與 2015 年發出通知，分別是《關於進一步鼓勵軟體產業和集成電路產業發展企業所得稅政策的通知》與《關於進一步鼓勵集成電路產業發展企業所得稅政策的通知》。

26 有關 IC 產業稅賦減免的措施，詳見孫麗、遲強，〈軟件和集成電路產業企業所得稅政策回顧與解析〉，《國際稅收》，第 6 期，2016 年，頁 63-67。

在貸款融資方面，2011 年《進一步鼓勵軟體產業和集成電路產業發展的若干政策》引導地方政府建立貸款風險補償機制與智慧財產權質押貸款及保證服務。2014 年《國家集成電路產業發展推進綱要》提及，「支援中共進出口銀行在業務範圍內加大對集成電路企業服務力度，鼓勵和引導國家開發銀行及商業銀行繼續加大對集成電路產業的信貸支持力度，創新符合集成電路產業需求特點的信貸產品和業務」。在此政策下，國家開發銀行於 2017 年和 2018 年發出的貸款分別為 1,078 億元與 1,238 億元。[27]

透過這些政策，過去 20 年，中共對半導體產業補貼已有 500 億美元，[28] 雖然對於中共半導體的發展有相當助益，但並沒有解決過於倚賴國外晶片的問題，另外也產生過度補貼的現象，造成武漢弘芯與廣東海芯等半導體廠產生「爛尾樓」的問題。目前停止運作的「爛尾樓」半導體工廠達十餘個，[29] 大部分的計畫都沒有實際建廠，更遑論生產。停廠停建的主要原因大多數是因為資金問題（資金鏈中斷、資金不到位）。

2020 年「十四五計畫」的補助方向開始轉向。2020 年 8 月 4 日所發布《關於印發新時期促進集成電路產業和軟體產業高質量發展若干政策的通知》，[30] 除了對於更先進製程提供更優惠的所得稅與增值稅補貼外，優惠對象與優惠措施依製程技術門檻高低採逐步降低的方式。此外，也強調投資風險，避免重複投資與人才爭奪。

三、半導體發展困境與脫困之策

自從 2017 年川普政府對中興通訊（ZTE）因違反對伊朗禁運而受到

27 〈國開行：發揮逆週期作用 加大服務實體經濟力度〉，國家開發銀行，2019 年 1 月 2 日，http://www.cdb.com.cn/xwzx/khdt/201901/t20190122_5815.html。

28 〈大灑幣成效差？ FT：中國 20 年補貼晶片業 1.4 兆是台 100 倍〉，《自由時報》，2020 年 10 月 26 日，https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/3332698。

29 Atkinson，〈盤點中國高科技前 10 大爛尾事件，武漢弘芯仍舊高居榜首〉，《財經新報》，2021 年 1 月 18 日，https://reurl.cc/730Zx5；〈繼弘芯後泉芯也爛尾 180 位台籍工程師人財兩空〉，《自由時報》，2021 年 5 月 23 日，https://reurl.cc/Gbjz3G；許寧，〈弘芯千億「芯騙」工程落幕　全民「大煉鋼鐵」的翻版〉，《美國之音》，2021 年 3 月 6 日，https://reurl.cc/WXxe9y。

30 〈國務院關於印發新時期促進集成電路產業和軟體產業高品質發展若干政策的通知〉，中國政府網，2020 年 8 月 4 日，https://reurl.cc/Mk6DKn。

美國制裁，2018 年華為創辦人之女孟晚舟在加拿大被捕，2019 年 5 月，美國商務部（U.S. Department of Commerce）把華為及其 70 家關係企業列入「實體清單」（Entity List），以至於華為若無美方許可，無法向美國購買電子零件。一年後（2020 年），美國升級對華為的制裁，凡使用美國技術或設計之半導體晶片，需先得到美方出口許可證方得為之，即使是在美國以外生產的廠商也不例外。2020 年 12 月，美國國防部（U.S. Department of Defense）正式將中芯國際列入黑名單，使得美國商務部也將中芯國際列入實體清單行列中。自此，美國完全堵住中國在先進製程（小於 5 奈米）前進的野心。

中共在先進製程方面，雖因美方禁令讓中芯無法自荷蘭光刻機廠艾司摩爾（ASML）取得下單已久的極紫外光光刻機（Extreme Ultraviolet Lithography, EUV），讓中芯的製程維持在 14 奈米。但是這僅能讓中國發展策略轉向，迂迴前進。首先，中芯國際嘗試以新的製程技術來達成「類 7 奈米」效能。例如中芯發展的「N+1」製程，號稱其產品性能較現有的 14 奈米提升 20%、能耗降低 57%、邏輯運算的面積縮小 63%，系統單晶片面積減少 55%，晶片的穩定性與能耗表現逼近 7 奈米製程，雖然該製程的晶片性能尚不如真正的 7 奈米。[31] 這是中國在不仰賴 EUV 技術的情況下，嘗試突破晶片製程限制的努力。

其次是擴大成熟製程的產能，根據「國際半導體產業協會」（Semiconductor Equipment and Materials International, SEMI）報導，2021 年至 2022 年這兩年中國將會有 8 座新晶圓廠；[32] 而另根據「芯思想研究院」（ChipInsights）發布的《中國內地晶圓製造線白皮書》，截止 2021 年第二季度末在建未完工、開工建設或簽約的 12 英吋晶圓廠有 29 座，投資金額高達 6,000 億元，規劃月產能達 132 萬片；而 8 英吋晶圓廠有 10 條，規劃月產能為 27 萬片。[33] 其中，中芯國際計畫在上海投資 88.7 億美

31 楊日興，〈中芯 N+1 製程突破　股價飆升〉，《工商時報》，2020 年 10 月 13 日，https://ctee.com.tw/news/china/350574.html。

32 〈SEMI：新晶圓廠建置可望帶動設備支出大幅增加〉，國際半導體產業協會，2021 年 6 月 23 日，https://www.semi.org/zh/new-fab。

33 芯思想，〈2021 年第二季中國晶圓製造產線情況〉，《電子工程專輯》，2021 年 9 月 16 日，https://www.eet-china.com/mp/a77879.html。

元，以 28 奈米製程建設產能每月 10 萬片的 12 吋晶圓代工生產線。[34] 擴大成熟製程除了因為汽車晶片對於該製程需求殷切外，也可滿足中共在手機用高階晶片以外的其他晶片需求。放棄 7 奈米或 5 奈米的晶片製造，僅影響高階手機的業務，對於不需要先進製程的晶片，如車用晶片、電源管理等微米或次微米等級的元件，14 奈米已經綽綽有餘。另外，維持成熟產能擴張有利於持續吸納國外高科技人才，也能維持與國外設備商的交流，避免供應鏈斷鏈。由此可見，中共目前將重心放在未受美國限制的非先進晶片，除能維持基本運作外，也能保持供應鏈穩定，維持與國外技術交流互通，徐圖發展以待美方解禁。

肆、中共第三代半導體發展

近年來由於 5G 與電動車的風潮，使得高頻、高功率、耐高溫、高崩潰電壓、高電流密度等特性的半導體零組件成為必備性能，帶動功率元件需求陡增，而相較於傳統的半導體材料，如第一代的矽（Si）、鍺（Ge）與第二代的砷化鎵（GaAs）、磷化銦（InP）、鋁砷化鎵（AlGaAs）等，第三代半導體在耐高溫、耐高壓、切換快、效率高（耗損低）等物理特性上有較優異的表現（詳見表 8-4）。第三代半導體主要可分為碳化矽（Silicon carbide, SiC）及氮化鎵（Gallium Nitride, GaN）兩種材料。氮化鎵因為具有帶隙大而具有高擊穿場（high breakdown field），高飽和電子速度，及出色高導熱性，讓它擁有更高功率的射頻能力，[35] 是 5G 基地台的必備材料，功率應用以中低壓表現較佳；而碳化矽在高壓（大於 600 伏特）表現較優異，適用於電動車、充電站、UPS、電源供應器等需要大電力場域。由於第三代半導體高效率與耗損少的特性，讓零件尺寸大幅降低，而耗損少的特性則產生較少熱能，不需要像傳統的矽基功率元件（如

34 林宸誼，〈中芯砸 2,480 億　建 12 吋晶圓廠〉，《經濟日報》，2021 年 9 月 4 日，https://money.udn.com/money/story/5604/5721141。

35 “A Primer on GaN and 3 Reasons It Outperforms Other Semiconductors in RF Applications,” *Qorvo*, April 20, 2017, https://reurl.cc/734lxk.

表 8-4　矽基與第三代半導體物理特性差別

Materials Property	Si	SiC-4H	GaH
Band Gap (eV)	1.1	3.2	3.4
Critical Field 10^6 V/cm	.3	3	3.5
Electron Mobility (cm^2/V-sec)	1450	900	2000
Electron Saturation Velocity (10^6 cm/sec)	10	22	25
Thermal Conductivity (Watts/cm^2 K)	1.5	5	1.3

資料來源：Microsemi, P. P. G. “Gallium nitride (GaN) versus silicon carbide (SiC) In the High Frequency (RF) and power switching applications,” Digi-key (2014), https://reurl.cc/956ylv, p. 2.

Si-MOSFET）或絕緣閘極雙極性電晶體（Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT）需要較大的散熱設計，可廣泛用於中共目前新基建中的 5G 基建、新能源汽車充電樁、特高壓及軌道交通等四大領域的關鍵核心。另外，重量輕的特性在航太飛行上也有相當的助益，因此在軍事的應用亦頗受重視，使得第三代半導體對中國而言成為具經濟與軍事戰略重要性的產品。

如同上述，第三代半導體未來市場成長潛力大。在功率元件方面，2020 年全球 SiC 元件的市場規模約有 7 億美元，而到了 2026 年將會成長至 47 億美元水準，年複合成長率高達四成（如圖 8-1 所示）；[36] 另外，GaN 市場也同樣呈現高成長率，2019 年僅 1,000 餘萬美元，2020 年已超過 1 億美元，到了 2027 年更將來到 12 億美元，複合成長率達 35.4%。[37]

一、中共第三代半導體的政策工具

中共自 2015 年推出的「中國製造 2025」中提及，「突破大功率電力電子器件、高溫超導材料等關鍵元器件和材料的製造及應用技術，形成產

36 “The Global Silicon Carbide Power Semiconductor Market was Valued at USD 628.72 Million in 2020, and it is Expected to Reach USD 4708.71 Million by 2026, Registering a CAGR of 42.41% During the Period 2021-2026,” *Global News*, July 20, 2021, https://reurl.cc/Q6R0W0.

37 “The Global GaN Semiconductor Device Market Size is Estimated to be USD 19.4 Billion in 2021 and is Projected to Reach USD 24.9 Billion by 2026, at a CAGR of 5.2%,” *Global News*, June 18, 2021, https://reurl.cc/jgWxlL.

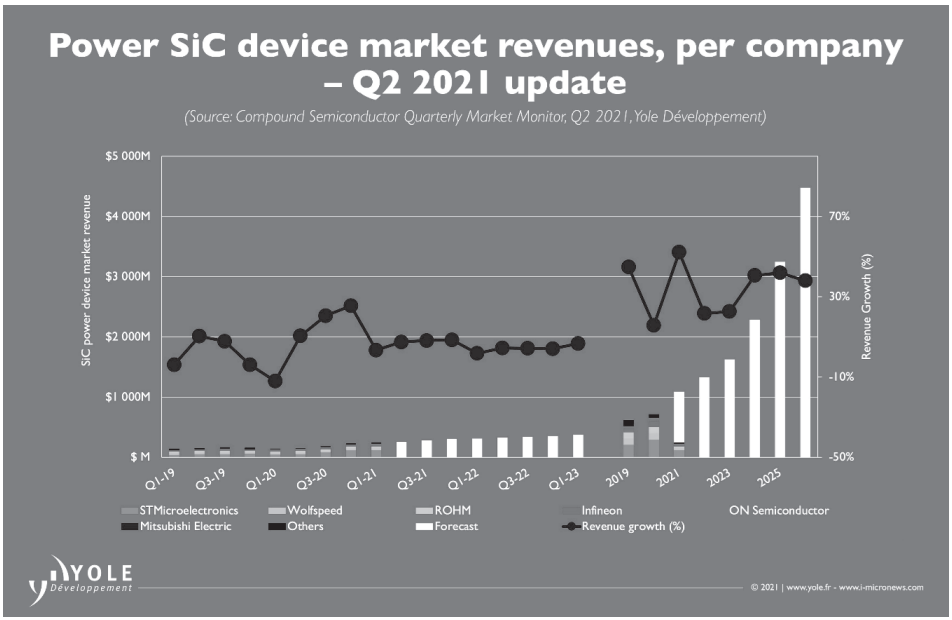

圖 8-1　SiC 廠商近年營收與預估

資料來源：轉引自 "Silicon carbide device market to exceed $4bn by 2026," *Semiconductor Today*, July 23, 2021, http://www.semiconductor-today.com/news_items/2021/jul/yole-230721.shtml。

業化能力」。[38] 此後，第三代半導體扶持政策開始浮上檯面。除了一些對整體半導體發展政策規劃與補助外，如 2015 年的「科技部重點支持集成電路重點專項」、「十三五國家戰略性新興產業發展規劃」外，國務院特別針對第三代半導體所制定之政策是 2016 年「推進一帶一路建設科技創新合作專項規劃」。在該規劃重點領域中的新材料發展方面，明確提及第三代半導體列為新材料的發展之一。[39]

另外，在各部委提出的政策如下表 8-5 所示。

38 "GaN Power Device Market Outlook-2027," Allied Market Research, May 2020, https://reurl.cc/956yev.

39 〈關於印發《推進「一帶一路」建設科技創新合作專項規劃》的通知〉，國務院新聞辦公室，2016 年 9 月 14 日，https://reurl.cc/52ve1y。

表 8-5　第三代半導體產業補助法規

發布年月	發布部門	政策名稱	相關政策內容
2016-12	國家能源局	能源技術創新「十三五規劃」	研究 8 英吋碳化矽基底材料穩定製備技術，實現 6 英吋碳化矽晶體基底材料批量生產；發展擊穿電壓大於 5kV 的 GaN 單晶生長技術，實現 6 英吋 GaN 單晶基底的量產，研究高功率 LED 封裝膠低成本國產化關鍵技術。預計 2023 年完成。
2016-12	工信部、發改委	資訊產業發展指南[40]	1. 發展模擬及數模混合、微機電系統（MEMS）、電力電子、高壓電路、射頻電路等特色專用工藝生產線和化合物集成電路生產線。 2. 加緊布局超越「摩爾定律」相關領域，推動特色工藝生產線建設和第三代化合物半導體產品開發，加速新材料、新結構、新工藝創新。
2017-4	科技部	十三五材料領域科技創新專項規劃[41]	發展目標：加強我國材料體系的建設，大力發展高性能碳纖維與複合材料、高溫合金、軍工新材料、第三代半導體材料、新型顯示技術、特種合金和稀土新材料等，滿足我國重大工程與國防建設的材料需求。 發展重點之一：第三代半導體材料與半導體照明技術。
2019-11	工信部	重點新材料首批次應用示範指導目錄（2019 年）[42]	1. 氮化鎵單晶基底：2 英吋及以上 GaN 單晶基底。 2. 功率器件用氮化鎵外延片：4 英吋及以上氮化鎵外延片。 3. 碳化矽外延片：4 英吋及以上碳化矽同質外延片。 4. 碳化矽單晶基底：4 英吋及以上 SiC 單晶基底；N 型 SiC 基底。 5. 鋁基碳化矽複合材料。 6. 碳化矽陶瓷膜過濾材料。 7. 立方碳化矽（β-SiC）微粉。 8. 關鍵戰略材料：耐高溫連續碳化矽纖維。

資料來源：作者整理自公開資料。

40 〈工業和資訊化部 國家發展改革委關於印發資訊產業發展指南的通知〉，工業和資訊化部，2017 年 2 月 9 日，https://ppt.cc/fG4fvx。

41 〈科技部關於印發《「十三五」材料領域科技創新專項規劃》的通知〉，《中國科學院》，2017 年 9 月 12 日，http://www.bdp.cas.cn/ztzl/sswgh/201709/t20170912_4614051.html。

42 〈工業和資訊化部關於印發《重點新材料首批次應用示範指導目錄（2019 年版）》的通告〉，《中國政府網》，2019 年 12 月 3 日，https://reurl.cc/RbqAyz。

二、中共第三代半導體的現況與困境

在中共政府的補助之下，第三代半導體在各地如雨後春筍般興建。根據華潤投資報告，2018 年至 2020 年新建的 SiC 廠分別有 2、12、18 個案子，投資金額分別為 50、199、465 億元。[43] 又根據「第三代半導體產業技術創新戰略聯盟」，2019 年 SiC 有 14 個興建案（含新建和擴產）金額達 220.8 億元，2020 年則有 17 案，計 550 億元；GaN 2019 年則有 3 案，金額達 45 億元，2020 年 7 案，金額 144 億元（如圖 8-2 所示）。

在產值方面，2020 年電力和射頻的第三代半導體總產值超過 100 億元，較 2018 年增加約七成，其中電力產值規模達 44.7 億元。由於投資增加，故未來產值也會增加。例如，2021 年 6 月開始投產的湖南三安第三代半導體廠乃中共首條、全球第三條碳化矽垂直整合產業鏈，其產能可達月

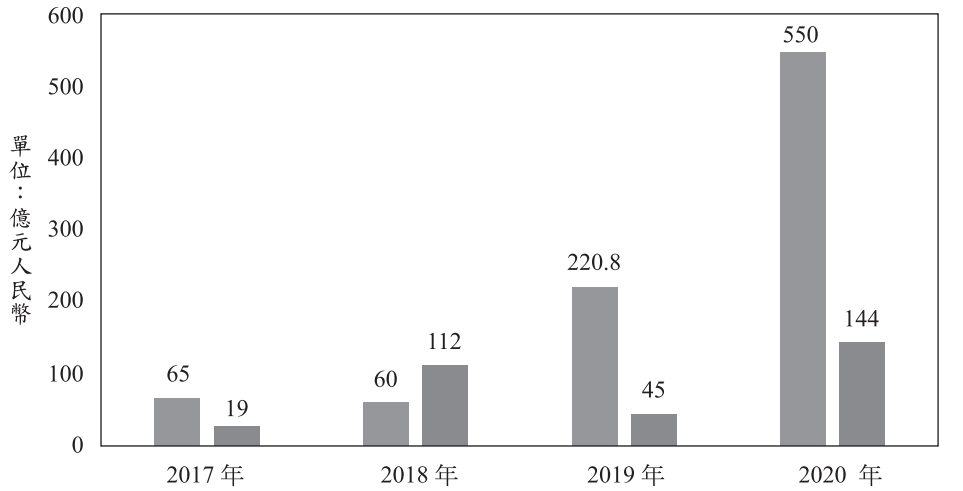

圖 8-2　2017 年至 2020 年中共第三代半導體投資擴產情況

資料來源：第三代半導體產業技術創新戰略聯盟，〈第三代半導體產業發展報告 2020〉，第三代半導體產業技術創新戰略聯盟，2020 年 4 月，http://www.casa-china.cn/uploads/soft/210927/6_1522096971.pdf，頁 47。

43 林宸誼，〈第三代半導體時代來臨，一文看懂半導體戰略紅利〉，《新浪網》，2021 年 8 月 11 日，https://finance.sina.com.cn/tech/2021-08-11/doc-ikqciyzm0748150.shtml。

產 3 萬片 6 英吋碳化矽晶圓，未來產值將達 120 億元。[44] 同月，英諾賽科蘇州 8 吋矽基氮化鎵（GaN on Si）廠也開始量產。[45] 此一廠區最大年產能為 78 萬片，預計年產值可高達 150 億元。預計到 2023 年中共在 SiC、GaN 電力零件的市場將數倍於目前規模。

雖然中共這幾年在第三代半導體的投資案大增，但由於歐美廠商具有先發優勢，在技術與產品皆優於中共，如 80% SiC 來自美國，再加上第三代半導體設計難度不似邏輯 IC 線路複雜，[46] 故生產第三代半導體目前還是以「整合元件製造商」（Integrated Device Manufacturer, IDM）的模式居多，代工並不多見。因此，中共若要在技術上取得超車，必須要在製程設備、晶片生產（基板 → 磊晶 → 設計 → 製造 → 封裝）等方面克服困難。例如在磊晶技術方面，由於 SiC 需要在高溫（攝氏 2,600 度）、材料匹配有穩定的控制，方能長出可用的單晶 SiC。另外，由於第三代半導體晶體生長速度較慢，製程良率不高導致成本高，再加上電子零件價格長期呈現下降趨勢，[47] 市場龍頭大廠策略性地以價格戰將潛在的中共競爭者逼離市場，這些都將影響中共在第三代半導體產業的發展。

伍、小結

在新冠疫情與美中對抗都揮之不去的情況下，受惠於去年低基期，中國經濟數據尚差強人意。雖然習近平想要以內循環經濟來擺脫全球經濟在低檔徘徊的影響；想利用建立國內科技自主，來避免美國政府透過科技「卡脖子」來限制中國經濟與高科技發展。從經濟成長的數字來看，中共政府的努力雖非徒勞，只是成效可能並非來自於其所推動之政策，凸顯其政策錯誤或不足。例如，以消費來引導國內經濟成長的內循環政策，因為

44 張嘉倚，〈《大陸產業》三安光電　湖南半導體基地一期項目投產〉，《中時新聞網》，2021 年 8 月 11 日，https://wantrich.chinatimes.com/news/20210624S379223。

45 矽基氮化鎵多應用於中低頻的元件。

46 第三代半導體的製程大多維持在微米或次微米的製程。

47 這兩年在新冠疫情與美中對抗下，第三代半導體的價格不降反升，應屬特例。

自去年開始的螞蟻金服、騰訊各平台被要求整改，一直到今年 9 月的恆大事件、拉閘限電等種種限制性的政策，使得原本已經疲軟的內需經濟在 8 月份開始浮現下降趨勢。因此，冀希於國內消費帶領經濟成長並沒有發生，反倒是外循環的出口外銷在國外買主一時找不到替代貨源的情況下，仍保持良好的勢態。

在科技自主方面，中共目前仍沿著過去消費性產品的發展路徑，由搶攻低階市場開始，再藉由研發逐漸升級產品，最後攻進高階市場。但是由於晶片製造涉及大規模資金、製程經驗積累、各國上下游專利搭配方得完成。雖然中共在政策上多所扶持其半導體產業，也達成部分的政策指標，但過分補貼反而造成各方競奪政府資源，並沒有專注本業，導致失敗的案例叢生，雖然「十四五規劃」的補貼政策有所調整，其成效仍待時間檢驗。另在美國科技封鎖後，中共無法獲得國外先進設備與材料合作，以至於技術進展中斷。雖然傳統矽基晶片發展受阻，中共目前將半導體希望投射在第三代半導體上，希望能彎道超車，惟技術困難度與外國廠商行銷定價手法，可能非一朝一夕能克服。然而中國雖可恃其龐大內需市場、充沛且便宜的科技人才，以及大量的政府補貼來發展，但是在美方的制約下，中共第三代半導體產業是否能像過去矽基半導體一樣發展迅速，有待繼續觀察。