

中國大陸近期半導體產業發展及對臺影響

文《鍾富國》

中華經濟研究院大陸經濟所分析師



圖／東方 IC

去年 10 月，在上海舉辦的第 3 屆全球 IC 企業家大會暨第 18 屆中國國際半導體博覽會。

近年中國大陸科技創新取得初步成果，但在部分領域仍無法掌握核心技術，例如，半導體關鍵原材料與先進製程設備等成為容易被中斷供給的「卡脖子」技術。有別於一般技術，「卡脖子」技術的來源較少，可能屬於技術壟斷，技術擁有方能以技術封鎖獲得競爭優勢，且對經濟、社會、國家安全影響甚鉅。近期，美國運用半導體技術、設備、軟體肘制中國大陸的案例屢見不鮮，中國大陸也在《十四五規劃》中描繪政策方向，宣示將以「新型舉國體制」尋求半導體技術的自主權。

「十四五」時期的半導體發展政策

「十三五」期間，半導體產業持續是中國大陸政策重點支持對象，《十三五規劃》、《國家

集成電路產業發展推進綱要》、提供稅收優惠的《關於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》、設立「國家集成電路產業投資基金」等，均提供可觀的政策紅利挹注本土半導體產業發展。而在「十四五」期間，美中科技戰衍生的「卡脖子」技術障礙下，中國大陸對目前的矽基半導體與第三代半導體，如氮化鎵（GaN）、碳化矽（SiC）所給予的政策支持，更是有增無減。

一、《十四五規劃》與地方政府的半導體政策布局

為突破「卡脖子」的半導體技術，《十四五規劃》納入高層次的半導體技術、產業發展方針內容，例如：

1. 「第四章 強化國家戰略科技力量」的「第一節 整合優化科技資源配置」提出將對「光子與微

納電子」等 6 個領域，組建國家實驗室；「第二節 加強原創性引領性科技攻關」聚焦半導體在內的 7 個領域，實施前瞻性、戰略性的國家重點研發計畫，期望以國家戰略需求為導向，推動半導體技術創新。

2. 「專欄 2 科技前沿領域攻關」提出針對下列半導體領域進行技術攻關：設計工具、重點裝備和高純度靶材等關鍵材料；先進製造技術、絕緣柵雙極型電晶體 (IGBT)、微機電系統等特殊製程突破；先進記憶體技術；碳化矽、氮化鎵等第三代半導體。
3. 「第八章 深入實施製造強國戰略」的「第三節 推動製造業優化升級」，描述將優先培養半導體等 9 個先進製造業集群的創新發展。

可以預期，《十四五規劃》期間，中國大陸政府會從先進製程、IC 設計、先進封裝技術、半導體設備和材料、第三代半導體等完整產業鏈上、中、下游進行強化，並搭配既有的產線建設、稅收優惠、鼓勵研發創新、產業投資基金等形成「政策套案」，鼓勵大陸本地半導體產業的進步。

二、第三代半導體的發展與推動現況

中國大陸主要依靠市場潛能，帶動第三代半導體產業成長，尤其在政策支持下，諸如三安光電旗下的三安集成、華潤微電子、聞泰科技、比亞迪等，目前均跨足第三代半導體，布局方向也以電動車、快速充電器、5G 射頻應用為主；華為技術公司旗下的「哈勃科技投資公司」，也在 2019 年（民國 108 年）投資碳化矽襯底及晶片企業—「山東天嶽先進材料科技公司」10% 股權，並派遣技術人員合作開發產品。

大致而言，中國大陸第三代半導體自主供應能力有逐漸增強的趨勢，但整體競爭力仍遜於美國 Wolfspeed、日本住友化學與羅姆半導體、英國 IQE、瑞士意法半導體等國際大廠。

在技術研發方面，中國大陸以「國家重點研發計畫」支持研發活動。例如 2021 年 5 月頒布「新型顯示與戰略性電子材料重點專項」，納入第三代半導體相關的 15 項主題，涵蓋「GaN 單晶新生長技術研究」、「大尺寸 SiC 單晶襯底製備產業化技術」、「第三代半導體高性能碳化矽單晶製備和外



表 1：中國大陸半導體企業布局第三代半導體例舉

企業名稱	布局內容
華潤微	<ul style="list-style-type: none"> 6 吋 SiC 晶圓生產線實現量產，公開 1200V/2A-40A 和 650V/4A-16A 工業級 SiC 肖特基二極體系列產品； 增資瀚天天成，持有 3.2% 的股權，延伸產業鏈布局。
三安集成	<ul style="list-style-type: none"> 設立長沙子公司，研發與生產 6 吋碳化矽導電襯底、4 吋半絕緣襯底和碳化矽二極體外延等； 與美的集團共同成立「第三代半導體聯合實驗室」，聚焦 GaN、SiC 功率器件晶片與智慧功率模組研發，導入白色家電領域； 與金龍客車，共同推動 SiC 功率器件和模組在電機控制器、輔驅控制器的樣機試製、批量應用。
比亞迪	<ul style="list-style-type: none"> 在寧波投資建設 6 吋 SiC 晶圓生產線； 內部重組，成立比亞迪半導體； 比亞迪漢成功搭載自主研發並製造的高性能 SiC MOSFET 控制模組。
聞泰科技	<ul style="list-style-type: none"> 收購安世半導體剩餘股權，完成後持有安世集團 98.23% 的權益比例； 安世半導體與汽車產業一級供應商聯合汽車電子達成深度合作協定，推動 GaN 在汽車市場的研發和應用，提供高效的新能源汽車系統解決方案。
賽微電子	<ul style="list-style-type: none"> 成立聚能晶源公司，從事 GaN 外延生產； 成立聚能創芯，開發 GaN 功率及射頻器件、開發 650V 系列氮化鎵功率器件產品，應用於快速充電領域。
斯達半導體	<ul style="list-style-type: none"> 量產太陽光電應用的 SiC 器件及應用於新能源汽車的 SiC 模組產品； 投資建設全碳化矽功率模組產業化專案，年產 8 萬顆車規級全碳化矽功率模組生產線和研發測試中心。
哈勃科技投資公司	<ul style="list-style-type: none"> 屬於華為技術公司旗下公司，2019 年投資碳化矽襯底及晶片生產企業—「山東天嶽先進材料科技公司」10% 股權； 華為技術公司派遣技術人員與合作開發產品。

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），網址：<http://www.casa-china.cn/plus/view.php?aid=685>，2021/6/12

延工藝及成套裝備」等。其中，襯底尺寸為影響第三代半導體成本的重要因素，而目前大陸廠商在襯底尺寸、單晶品質等仍處於落後，希望強化對大尺寸襯底規模化量產的研發，提高自給率與降低成本。

另外，2021年4月，著眼長三角和珠三角既有的半導體產業基礎、技術優勢與下游應用，在科技部支持下，深圳市政府、江蘇省政府共同支持成立「國家第三代半導體技術創新中心」，並在兩地設立分支機構，規劃建立6大平臺：(1) 材料生長創新、(2) 測試分析與服役評價、(3) 器件工藝與封裝、(4) 模組設計與整合應用的「硬平臺」，以及(5) 智慧財產權、(6) 科技成果轉移轉化的「軟平臺」。希望以「關鍵技術研發」為核心使命，提供區域和產業發展的源頭技術，建立國際一流、體制機制創新的開放式、國際化、涵蓋全產業鏈的創新平臺¹。

在地方政府的配合推動上，中國大陸最主要的半導體產業聚落，上海市與廣東省相對積極且具體布局第三代半導體。首先，上海市繼「張江高科技園區」之後，屬於自由貿易試驗區的臨港新片區也期望成為「東方芯港」；頒布《集成電路產業專項規劃（2021-2025）》，透過產業高階引領工程、全產業鏈提升工程、核心技術創新卓越工程、產業

跨界融合工程，吸引第三代半導體材料、製造、應用相關廠商進駐。

其次，廣東省於2020年10月提出《廣東省半導體及積體電路戰略性新興產業集群行動計畫（2021-2025年）》，聚焦氮化鎵、碳化矽、氧化鋅、氧化鎵、氮化鋁、金剛石等第三代半導體材料，支援氮化鎵、碳化矽、砷化鎵、磷化銦等化合物半導體器件和模組的研發製造。

中國大陸半導體產業對臺灣的可能影響

半導體向來是中國大陸政策扶持的焦點，《十四五規劃》及上海市、廣東省等更將眼光延伸至第三代半導體領域，宣示投注更多資源引領研發與製造布局。預期在電動車、5G通訊、再生能源、快速充電等下游應用市場的帶動下，中國大陸對第三代半導體的投資可望持續增加，除帶動原材料、設備的需求之外，也可能連帶產生人才磁吸的效果。事實上，中國大陸2020年與第三代半導體有關的投資擴產計畫即有24個（2019年為17項），投資總額約694億人民幣，較2019年成長161%²，待建廠完工後，勢必出現可觀的人才需求。



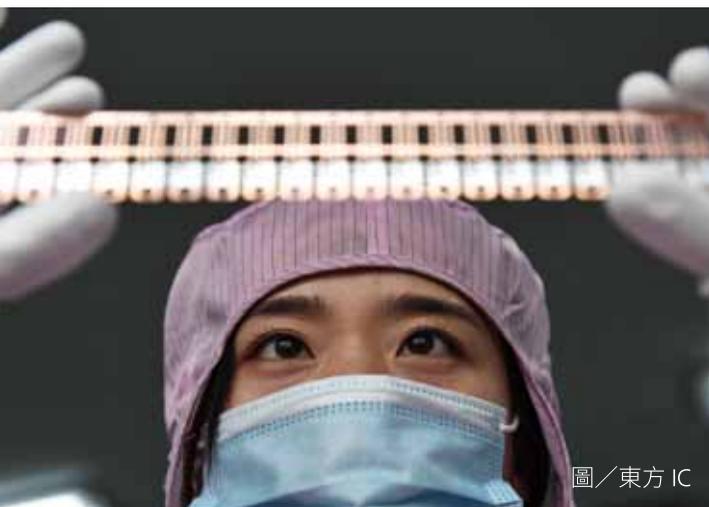
表 2：《供應鏈百日審查報告》對半導體產供應鏈的檢討

供應鏈風險	因應措施
<ul style="list-style-type: none"> • 銷售：嚴重依賴中國大陸市場 • 設計：美國擁有全球領先的半導體設計地位 • 製造：美國本土缺乏先進技術節點的生產能力；記憶體生產依賴韓國 • 封裝測試：對於技術含量相對較低封裝測試，嚴重依賴亞洲與海外人力 • 材料：矽晶圓、光阻劑依賴日本；矽、鎵、銦等材料主要採購自中國大陸 • 設備：微影曝光設備集中於荷蘭和日本 	<ul style="list-style-type: none"> • 與產業界合作，促進投資、透明度和合作，以解決目前的半導體短缺問題 • 落實《為半導體生產建立有效激勵措施》（Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors）條款，加強本土半導體製造生態系統、支持關鍵上游材料、設備提供激勵 • 培養 STEM 人才、改變移民政策，以協助半導體勞動力的強化與發展 • 鼓勵外國晶圓廠和材料供應商在美國及盟國和夥伴地區投資；與盟友及夥伴就增強應鏈進行彈性合作 • 保護在製造和先進封裝的技術優勢，確保出口管制的有效性，以解決供應鏈相關的國家安全和符合外交政策目標

資料來源：《供應鏈百日審查報告》，本文作者整理

註 1、資料來源：新華網，工業園區新添國家第三代半導體技術創新中心，網址：http://www.js.xinhuanet.com/2021-03/31/c_1127277469.htm，2021/3/31

註 2、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），網址：<http://www.casa-china.cn/plus/view.php?aid=685>，2021/6/12



圖／東方 IC

安徽省東科半導體有限公司生產線上，工人正在生產芯片。

另一方面，美國聯邦政府於 6 月 8 日公布《供應鏈百日審查報告》³ 則指出，半導體生產過程涉及多個國家與地區，需跨越 70 次國際邊境，整個過程往往長達 100 天，其中約 12 天是供應鏈步驟之間的中轉。雖然中國大陸才是最主要的威脅，美國政府卻也憂慮過於依賴包含臺灣、日本、韓國在內的東亞半導體業者，尤其地緣政治風險可能演變為供應鏈弱點；此外，《供應鏈百日審查報告》也提出臺灣已出現供水不穩定等風險。

很明顯地，美國政府力圖在本土重建「自給自足」的半導體供應鏈，並運用加強管控敏感技術、研發次世代技術等措施，一方面遏制中國大陸，另一方面確保美國的半導體供應鏈安全與產業主導權。未來將針對本土生產能力、次世代半導體研發等議題，採取因應措施、減少依賴外國。

中國大陸半導體及下游應用市場的潛力、美國試圖重建境內半導體製造能力的舉動等外部因素，未來是否會影響我國半導體企業的出口、國內投資動能、人才流動、國外半導體技術設備的本地化生產進程等，目前仍難以定論。但從近期台積電

宣布南京廠擴產、赴美國與日本設廠、評估投資德國的可能性等事件研判，我國半導體廠商可能已面臨重新思考與調整全球布局的情況，進而牽動臺灣半導體的全球產業位階。

目前各國政府均正視半導體供應鏈的重要性，臺灣、美國、歐盟、日、韓和中國大陸也認為自身的半導體產業過於依賴特定國家。美國的半導體設計業領先全球，但卻高度依賴中國大陸市場的銷售、勞動力；臺灣與韓國的晶圓製造雖屬業界標竿，但原材料、設備和電子設計自動化軟體則需要歐美日企業供應；中國大陸擁有全球最大的半導體市場，但半導體卻屬於其「卡脖子技術」之一。這正是半導體產業鏈的特殊性，造成上述的情況。

台積電創辦人張忠謀先生於 2021 年 7 月參加「APEC 非正式領袖會議」表示，(1) 自由貿易大幅促進半導體技術發展，致使越趨複雜的供應鏈走向「境外」；(2) 要求「境內」半導體晶片自給自足的趨勢可能導致成本上升、技術進步放緩，且仍無法形成自給自足的半導體供應鏈；(3) 國家安全的顧慮確實存在，但僅影響少部分的半導體應用，針對更大規模的民用半導體市場，仍應基於自由貿易的供應鏈體系。換言之，各國尋求半導體供應鏈自給自足恐非最佳解方。

尤其，半導體技術、設備、資金、產品等，皆可經由政策規範，盡量阻卻其外流，但類似措施則難以防範人才出走。目前，臺灣已出現本土高科技人才荒。聯發科董事長蔡明介先生以臺灣受少子化及國際化影響而出現本土科技人才荒為例，呼籲高中教育、大學入學考試制度，應重視數理教育基礎，以免影響國家的科技發展。

總之，雖然各國針對半導體的政策資源挹注相當可觀，但目前全球的產業鏈分工是長期依序由美國、日本轉移至臺灣、韓國以及中國大陸。不同的半導體企業各有優劣勢，也是市場競爭和消費者選擇的結果，可能仍須共同合作才能實現共贏。🌐

註 3、《供應鏈百日審查報告》的全名為《建立韌性供應鏈、振興美國製造業與促進廣泛成長：行政命令 14017 的 100 天評估報告》(Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth: 100-Day Reviews under Executive Order 14017)

註 4、資料來源：蔡晉宇，張忠謀：APEC 成員國應公平取得疫苗 落實晶片自由貿易，聯合新聞網，網址：<https://udn.com/news/story/120774/5607148>，2021/7/16

註 5、資料來源：蔡明介，談數理教育與大學甄試，網址：<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1462334>，自由時報，2021/7/23