

全球半導體供應鏈現況與 俄烏戰爭下的挑戰

林佳宜

國家安全研究所

壹、前言

近年來全球半導體產業的戰略重要性已成為全球關注焦點，新冠疫情後時代晶片供需失衡已非新聞，今年初又加上俄烏戰爭等變數，半導體供應鏈的動態重整備受關注，根據 ISO28000 對供應鏈的定義，係指「資源與過程相連結的組合，起始於原物料開採，並延伸透過產品或服務之提供，跨越輸送模式至最終使用者」，¹所謂的供應鏈安全則為「防止因故意、未經許可之行為，導致該供應鏈或經該供應鏈所造成之傷害或損壞」，²而半導體供應鏈係指從上游之 IC 設計，至中游之晶圓製造、生產製程、設備檢測、光罩及化學品，以及下游之封裝測試與 IC 通路流通等過程。³

本文重點置於全球半導體供應鏈現況，指出目前半導體供應鏈安全之危機所在，亦提及半導體業在俄烏戰爭下所遭遇的挑戰及歐美大國政策方向。

貳、近年來全球半導體產業現況

俄烏戰爭爆發前，國際社會已因持續數年的美中貿易戰以及疫情等因素而使半導體供應鏈呈現訂單壅塞甚至供應斷鏈危機。美中競爭影響帶動的「脫鉤」，更使全球半導體供應鏈出現分流重組的趨勢。俄烏戰爭前的半導體供應鏈受到新冠疫情影響，晶片需求大增，導致

¹ 經濟部標準檢驗局，〈ISO 28000 供應鏈安全管理系統標準簡介〉，<http://www.bsmi.gov.tw/wSite/public/Data/fl388125037366.pdf>，頁 7。

² 同前註，頁 8。

³ 〈半導體產業鏈簡介〉，產業鏈價值資訊平台，<https://ic.tpex.org.tw/introduce.php?ic=D000>。

供需失衡，俄烏戰爭爆發後，半導體製造原料供應又受影響，本章節段落係針對半導體產業發展鏈現況概述及美歐國家政策方向說明。

一、疫後晶片需求增加凸顯供應鏈危機

在新冠疫情之前，晶片需求即已持續增加，疫情發生後，近兩年持續改變人類生活型態及行為模式，促使遠距應用等科技相關電子設備產品需求急速攀升，根據全球半導體貿易統計組織（World Semiconductor Trade Statistics，WSTS）於2022年6月7日發表之統計報告《2022年春季半導體市場預測》（*WSTS Semiconductor Market Forecast Spring 2022*）預測，2022年全球半導體市場較前一年度增長16.3%至6,460億美元，以地理區域區分，2022年亞太地區將增13.9%、美洲將增22.6%，歐洲將增20.8%，日本將增12.6%，⁴並預判全球半導體產業市場將於2023年續增，較2022年度增長5.1%至6,800億美元。

從2021年度全球半導體晶圓代工廠營收市占率分布來看，台灣半導體產業發展成熟，台積電生產之晶片營收在全球晶片總營收中的比重達53%、聯華電子占7%、力積電及世界先進各占1%；前述台灣半導體大廠在全球市占率總計近64%。⁵

表 1、2021 年全球半導體公司晶片市占率

排名	公司名稱	市占率	國家
1	台積電	53%	台灣
2	三星	18%	韓國
3	聯華電子	7%	台灣
4	格羅方德（GlobalFoundries）	6%	美國
5	中芯國際	5%	中國

⁴ “WSTS Semiconductor Market Forecast Spring 2022,” *WSTS*, June 5, 2022, <https://www.wsts.org/76/Recent-News-Release>.

⁵ “TSMC, Taiwan to Increase Foundry Market Share in 2022,” *EE News*, April 25, 2022, <https://www.eenewsanalog.com/en/tsmc-taiwan-to-increase-foundry-market-share-in-2022/>.

排名	公司名稱	市占率	國家
6	華虹宏力	2%	中國
7	力積電	2%	台灣
8	世界先進	1%	台灣
9	DB HiTek	1%	韓國
10	高塔半導體有限公司 (Tower Semiconductor)	1%	以色列
11	其他公司	4%	其他國家
合計		100%	

資料來源：“TSMC, Taiwan to Increase Foundry Market Share in 2022,” *EE News*, April 25, 2022, <https://www.eenewsanalog.com/en/tsmc-taiwan-to-increase-foundry-market-share-in-2022/>.

現階段全球最先進的晶片為 10 奈米以下的先進製程，台積電及三星目前已研發出 3 奈米晶片，⁶是否能順利量產雖需觀望，然早在 2020 年，台積電供應 10 奈米以下先進製程晶片在全球的市占率已高達 62.8%，位居第二的三星市占率僅 37.2%。⁷

美國「半導體工業協會」(Semiconductor Industry Association, SIA) 指出，全球現階段半導體業供應鏈的風險主要可分成下列兩點：

- (一) 晶片密集製造地區若發生事故，將導致大規模供應中斷；
- (二) 國際情勢惡化將對半導體上下游廠商直接造成損害。⁸

此外，半導體上游原料集中度亦增加其供應鏈脆弱性，例如，美國有九成以上的半導體用氙氣是從烏克蘭進口，⁹俄國於 2022 年 2 月底入侵烏克蘭，各國震驚；因俄烏兩國皆出產半導體關鍵金屬、氣體

⁶ 簡永祥，〈三星 3 奈米搶先量產 台積沒在怕〉，《聯合報》，2022 年 7 月 1 日，<https://udn.com/news/story/7240/6427914>。

⁷ “IC Industry at Heart of Possible China Takeover of Taiwan,” *IC Insights*, October 13, 2021, 2021, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/IC-Industry-At-Heart-Of-Possible-China-Takeover-Of-Taiwan>.

⁸ “Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era,” *Semiconductor Industry Association*, April 2021, p.5, https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf.

⁹ “More Chip Shortage Fears as Ukraine Halts Neon Output,” *Tech.co*, March 14, 2022, <https://tech.co/news/ukraine-chip-shortage>.

等資源，各國憂心俄烏戰爭持續將影響半導體供應鏈。¹⁰

國際半導體產業協會 (SEMI) 指出，俄烏戰爭對於半導體關鍵特殊氣體等原料供給已發生實際影響，晶片製造商雖積極尋找替代氣體，但並非短期內可以完全取代，半導體設備商平均交貨期亦從 3 至 4 個月增至 10 至 12 個月，全球面臨晶片短缺危機將持續至 2024 年，並示警數年內將大量擴產的晶圓廠存有潛在風險。未來幾年內，全球將有 92 座晶圓廠上線，但大量擴產後可能令未來兩年供需狀況大幅緩解，變得「更加平衡」，¹¹亦可能出現部分產品線的晶片供過於求的情形。

同年 5 月，上海封城，加劇供應鏈危機，聯電、力成及日月光等半導體企業皆表示，俄烏戰爭及通膨加劇促總體經濟惡化，中國大陸封控時程延長亦讓半導體製造及後段封裝將業務移轉非中國區，中國封控對半導體供應鏈之影響恐長達 3 個月始能恢復。¹²

二、歐盟推出品片法案期能降低進口依賴度

各國為了因應近年晶片供應不足的情況，積極投入資本增建晶圓廠，因此增加半導體設備需求，然受疫情及區域衝突等因素影響人流及物流，影響晶圓廠擴產進度，因此，能否順利取得生產設備，成為半導體廠能否擴大市占率的關鍵之一。¹³

歐盟半數以上晶片需求來自台灣，¹⁴供應鏈風險過度集中於我國，歐盟執行委員布勒東 (Thierry Breton) 曾表示若台灣無法再出口半導

¹⁰ 〈俄烏戰爭 半導體憂「斷氣」〉，《經濟日報》，2022 年 3 月 5 日，<https://udn.com/news/story/6811/6141502>。

¹¹ 〈SEMI：俄烏戰爭威脅半導體原料供給 晶片短缺將延續至 2024 年〉，《鉅亨網》，2022 年 6 月 21 日，<https://news.cnyes.com/news/id/4898545>。

¹² 簡永祥，〈戰爭、封控...半導體斷鏈 恐需一季回復〉，《聯合報》，2022 年 5 月 3 日，<https://udn.com/news/story/7240/6283179>。

¹³ 林蕙茹，〈半導體設備荒敲響警鐘 供應鏈上下游同搶設備〉，《鉅亨網》，2022 年 3 月 27 日，<https://news.cnyes.com/news/id/4842158>。

¹⁴ 〈歐盟：少了台灣晶片 全球工廠撐不過 3 周〉，《工商時報》，2022 年 2 月 10 日，<https://ctee.com.tw/news/global/592757.html>。

體，全球大部分工廠會在 3 週內停止運作。¹⁵ 本次新冠疫情深化供應鏈的不穩定性，促使歐盟加快腳步布局晶片製造的在地化。

歐盟執行委員會 (European Commission) 於 2022 年 2 月 8 日提出《歐洲晶片法案》(European Chips Act)，將投入 430 億歐元於公共和民間投資用途，另再投入 110 億歐元補助半導體尖端研究，為半導體產業化鋪路。¹⁶

為保障晶片供應鏈安全、供應鏈彈性及維護產業生態穩定性，歐盟認為投資新的先進生產設備不可或缺，同時可刺激歐盟經濟體成長，希望藉由該法案於 2030 年時提升其晶片市占率至 20%，¹⁷ 該法案五大重點如下：

- (一) 增強歐洲各國晶片研發及創新能力；
- (二) 維持歐洲晶片設計及製造領導地位；
- (三) 修訂國家補助半導體業政策；
- (四) 對晶片供需問題加速回應及處理；
- (五) 補助有創新能力的小型半導體公司。¹⁸

歐盟表示目前全球只有台積電與三星可生產最先進製程之晶片，建議與美國、日本、南韓、新加坡、台灣等合作，以確保半導體供應鏈安全。¹⁹ 目前該法案仍需數月左右的議事程序，以獲歐洲議會與成員國通過。²⁰

¹⁵ 同前註。

¹⁶ 中華民國外交部，〈有關歐盟執委會提出歐洲晶片法案 (European Chips Act) 並公開肯定台灣地位重要事，外交部回應如下〉，《外交部最新消息》，2022 年 2 月 9 日，https://www.mofa.gov.tw/News_Content.aspx?n=95&sms=73&s=97313。

¹⁷ 顏嘉南，〈歐盟提新法案 拚晶片市占翻倍〉，《工商時報》，2022 年 1 月 22 日，<https://ctee.com.tw/news/global/585657.html>。

¹⁸ 同前註。

¹⁹ 宇妍，〈歐盟公布「歐洲晶片法案」計劃打造半導體自主供應鏈 台經院：台灣仍有競爭優勢〉，《台灣英文新聞》，2022 年 2 月 10 日，<https://www.taiwannews.com.tw/ch/news/4438257>。

²⁰ 經濟部，〈歐盟設定目標於 2030 年前將歐洲晶片之全球產值提高至 20%〉，《經濟部國際合作處 國際商情》，2022 年 3 月 22 日，https://www.moea.gov.tw/MNS/ietc/bulletin/Bulletin.aspx?kind=29&html=1&menu_id=17129&bullet_id=9731。

該法案旨在協調歐盟各成員國間在半導體業供應鏈中的角色，雖然現階段晶片短缺問題是系統性問題，尚無法快速解決，該法案短期目標是促成歐盟成員國和歐盟委員會之間的協調合作。²¹

該法案草擬相關條例設置「開放式歐盟晶圓廠」²²（Open EU foundries）及「綜合生產設備」（Integrated Production Facilities）。²³此兩種設備皆必須是歐盟半導體業界中「首見」（“first of a kind” in Europe），且業主必須承諾將持續投資歐盟半導體研發。

此兩種設施在未違反歐盟各國境內法規下皆可獲得「快速通道許可證」（fast-track permit）並受歐盟成員國政策補貼。該法案的中期目標是加強半導體製造，擴大和創新全歐洲的半導體價值鏈，長期目標是達成歐洲晶片技術領先地位，將核心技術從實驗室轉移到晶圓廠，成為下游市場的技術領導者。^{24,25}

三、美國與歐盟宣布設立半導體供應鏈的「早期預警系統」

「美國－歐盟貿易與科技委員會」（U.S.-EU Trade and Technology Council, TTC）於 2022 年 5 月中旬在法國巴黎召開第二次部長級會議。

因應全球經貿受俄烏戰爭影響，本次會議走向多圍繞俄烏戰爭衍生之議題而生。該委員會為強化美歐合作，其中一個重點係致力於保護半導體產業等關鍵供應鏈。該委員會工作小組亦就出口管制、投資審查、安全風險及全球貿易挑戰進行協調。²⁶為改善供應鏈韌性、提

²¹ “European Chips Act - Questions and Answers,” *European Commission*, February 8, 2022, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_730.

²² 「開放式歐盟晶圓廠」定義係「為了其他各產業界的需求，而設計及製造零組件的工廠」。

²³ 「綜合生產設備」定義則係「為了自身市場的需求，而設計及製造零組件的工廠」。

²⁴ “European Chips Act - Questions and Answers,” *European Commission*, February 8, 2022, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_730.

²⁵ 林佳宜，〈《歐洲晶片法案》對我半導體產業之影響〉，《國防安全雙週報》，第 52 期，2022 年 4 月 22 日，頁 27-31，<https://indsr.org.tw/uploads/indsr/files/202206/f0365c05-10b8-4447-a362-cc535fc17515.pdf>。

²⁶ “FACT SHEET: U.S.-EU Trade and Technology Council Establishes Economic and Technology Policies & Initiatives,” *The White House*, May 16, 2022, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/05/16/fact-sheet-u-s-eu-trade-and-technology-council-establishes-economic-and-technology-policies-initiatives/>.

高貿易的可預測性和多元性，美國與歐盟於該次會議決議宣布將設立半導體供應鏈的「早期預警系統」(Early Warning system for Semiconductors Supply Disruptions)，期能藉此系統於晶片即將發生短缺之際，提早發出警示互相知會，並整合評估對晶片製造商做出適當的政策補助，希望能避免美歐各國在爭取半導體業者設廠時陷入政策補助競賽。²⁷

半導體供應鏈「早期預警系統」將制定價值鏈的共同預警及監測機制，其具體作法為：²⁸

- (一) 定期於雙週召開會議發掘供應鏈潛在危機。
- (二) 對偶發事件召開臨時會。
- (三) 以保護商業機密及機敏資訊的方式獨立蒐集業界最新消息。
- (四) 主席於每次會議結尾須提出一套可經常具體執行之方式。

另有鑑於超額訂單會對整個供應鏈造成負面影響，美歐企圖透過提高價值鏈 (value chain) 的透明度及監控來建立警報系統、共享斷鏈情報、避免政策補貼競賽，同時鼓勵晶片廠增產，其中的具體作法之一是號召業界共同合作、交換資訊、提高供應鏈透明度。²⁹

參、半導體業未來的挑戰與趨勢

一、「早期預警系統」能否及時調整晶片供需有待觀察

過去半導體業多採取「低庫存」策略，庫存水位僅 1 至 2 個月，且晶片製造業者多在接單後始製作，而半導體產品從客戶下單到交付

²⁷ 〈美歐設半導體預警系統〉，《經濟日報》，2022 年 5 月 17 日，<https://money.udn.com/money/story/12926/6318193>。

²⁸ “U.S.-EU Joint Statement of the Trade and Technology Council,” *The White House*, May 16, 2022, pp.19-21, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/05/TTC-US-text-Final-May-14.pdf>.

²⁹ 林佳宜，〈美歐貿易與科技委員會聚焦對俄制裁及半導體供應鏈〉，《國防安全雙週報》，第 58 期，2022 年 7 月 15 日，頁 57-58，<https://inders.org.tw/uploads/inders/files/202207/4d0dfa8e-21e7-4cae-8132-a3f8b280d3e4.pdf>。

至少需 12 周，³⁰然因市場需求變動過快，且各大廠接獲之訂單資訊亦不透明，製造端及需求端之時間無法配合，導致晶片供需失衡。舉例而言，疫情期間帶動 3C 產品需求大漲，間接導致晶片荒，現又因全球景氣急轉直下，電視、手機與筆電等眾多消費性電子產品需求急速下滑，此前全球晶片業下游客戶為了囤貨，出現重複下單的狀況，成熟製程如 28 奈米之前看似供不應求，但實際上全球產能現已是供大於求，³¹跌價與砍單潮擴散，促半導體供應鏈中部份成熟製程之晶片庫存攀升，³²惟台積電的先進製程晶片需求仍強勁。

簡言之，半導體業上中下游供需因各種外在變數的影響，無法及時反應在製造晶片上，此種時間上的落差乃晶片業者須克服的另一道難題，美歐推出的早期預警系統是否能有效交換訂單資訊，做出相對應調整策略並防止此一時間上落差，有待實務驗證。

二、美國晶片法案延宕恐影響其產業競爭力

美國國會認識到半導體業在未來必然發揮關鍵作用，故於《2021 年度國防授權法案》(*National Defense Authorization Act*) 中頒布《晶片法案》(*CHIPS for America*)。該法案目的是提升美國未來幾年在晶片技術上的領導地位、提供半導體製造及研究的全額資金並優惠投資半導體之企業之稅收減免。

美國參議院於 2021 年 6 月通過《美國創新與競爭法》(*the U.S. Innovation and Competition Act*)，內容包含提供 520 億美元用於聯邦投資《晶片法案》下半導體研究、設計和及製造，其後，眾議院於 2022 年 2 月通過《美國競爭法案》(*the America COMPETES Act*)，其中亦

³⁰ 〈「零庫存」錯了嗎？車用晶片大缺貨，給管理者的啟示〉，《財經新報》，2021 年 3 月 28 日，<https://finance.technews.tw/2021/03/28/car-chips-are-out-of-stock-lessons-for-managers/>。

³¹ 〈晶片荒估下半年緩解 成熟製程將供過於求〉，《工商時報》，2022 年 6 月 1 日，<https://ctee.com.tw/news/tech/653092.html>。

³² 〈台積電傳 3 大客戶齊調訂單 半導體市況雪上加霜〉，《DIGITIMES》，2022 年 7 月 1 日，https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?cnlid=1&id=0000638859_23P7Q8BU6YQGP N8X7TLNT。

包含該 520 億美元的《晶片法案》投資。美國希望以該《晶片法案》迎來美國晶片製造業的歷史性復甦、強化晶片研發及設計，並且確保美國保有未來幾十年的晶片關鍵技術實力。³³

美國《晶片法案》須由參眾兩議院通過，方可由美國總統拜登（Joe Biden）簽署成為法律，然參眾兩議院內部意見分歧，遲未通過該法案，至今美國國會尚未撥出半導體業分文補助，同時間的歐洲及亞洲國家則已提供等值數十億美元的激勵措施，美國的補助落後歐亞洲甚多。³⁴矽晶圓製造大廠環球晶於同年 6 月表示，原預計在美國德州建造新的 12 吋晶圓廠，若《晶片法案》遲遲未能通過，設廠恐有變數。³⁵晶圓代工大廠英特爾（Intel）亦指出美國《晶片法案》進展緩慢，因此無限期推遲英特爾預定於同年 7 月的俄亥俄州新晶圓廠動土儀式，³⁶而台積電早已投資、現正建廠中的亞利桑那州建廠速度，與該法案通過速度有關。³⁷

若該法案遲未通過，對美國本土大廠之影響恐大於對台半導體廠影響，主係因台灣半導體大廠供應鏈上下游原本就相對健全，產能亦相對充足穩定，且製造成本較美國本土低廉許多，而台積電原已預計於 2022 至 2023 年在台增建 11 座廠房，加上原有產能後，若美國《晶片法案》最終未能通過，台積電仍能將美國廠短缺部分之產能轉移回台生產，但美國本土廠商如英特爾、格芯等，其產能備案本就不如東

³³ “SIA Joins 120+ Business Leaders’ Call for Swift Enactment of Competitiveness Legislation,” *Semiconductor Industry Association*, June 15, 2022, <https://www.semiconductors.org/sia-joins-120-business-leaders-call-for-swift-enactment-of-competitiveness-legislation/>.

³⁴ 〈Pat Gelsinger：美國再不通過晶片法案，英特爾將優先蓋歐洲晶圓廠〉，《科技新報》，2022 年 6 月 30 日，<https://technews.tw/2022/06/30/if-the-us-does-not-pass-the-chip-bill-intel-will-give-priority-to-building-fabs-in-europe/>。

³⁵ 〈台積電、英特爾都呼籲儘速通過！一文看懂美國《晶片法案》為何重要〉，《數位時代》，2022 年 6 月 29 日，<https://www.bnext.com.tw/article/70288/chip-act-stuck>。

³⁶ 〈Pat Gelsinger：美國再不通過晶片法案，英特爾將優先蓋歐洲晶圓廠〉，《科技新報》，2022 年 6 月 30 日，<https://technews.tw/2022/06/30/if-the-us-does-not-pass-the-chip-bill-intel-will-give-priority-to-building-fabs-in-europe/>。

³⁷ 〈晶片法案遭共和黨大老揚言阻擋 台積電、環球晶美國建廠再添變數〉，《鉅亨網》，2022 年 7 月 3 日，<https://news.cnyes.com/news/id/4906168>。

亞各國大廠如台積電及三星等，且英特爾未來最新製程的重大投資多在美國本土，若未能獲得補助，將延宕美國半導體產業之技術進程。

38

美國半導體工業協會中的 120 多位商界領袖亦呼籲迅速通過《晶片法案》，避免晶片產業落後他國太多，此舉對美國經濟、國家安全及供應鏈彈性至關重要。³⁹

肆、結語

過去兩年因新冠疫情產生晶片荒，然因市場變幻莫測，現在部分成熟製程之晶片市場已出現供過於求之態勢（先進製程晶片需求仍旺），晶片廠供需調節能力跟不上市場的脚步，會增加半導體供應鏈的不穩定性；另一方面，強國間角力、俄烏戰爭及新冠變種病毒等變數所牽動的國際政經局勢，影響大國及重要經濟體政策方向，則是未來半導體供應鏈重整及決定建廠地點的關鍵因素，綜言之，半導體供應鏈的重組與晶片供需來回震盪仍將持續數年。

本文作者林佳宜為政治大學智慧財產研究所碩士，曾任本國及英國銀行行員，現為國防安全研究院國家安全研究所政策分析員。研究領域為國際經貿安全、供應鏈及供應鏈安全。

³⁸ 林宏文，〈美國晶片法案表決倒數計時 過不過關都是難題！台積電、三星和英特爾，誰是贏家？〉，《今周刊》，2022年7月18日，<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183025/post/202207180017/>。

³⁹ “SIA Joins 120+ Business Leaders’ Call for Swift Enactment of Competitiveness Legislation,” *Semiconductor Industry Association*, June 15, 2022, <https://www.semiconductors.org/sia-joins-120-business-leaders-call-for-swift-enactment-of-competitiveness-legislation/>.