

學術論文

近期美國對中科技政策的形成、轉變及其主要可能影響研析：以半導體產業為例

The Formation, Evolution and Major Possible Influence of the US's Technology Policy toward China: A Case Study of the Semiconductor Industry

葉長城 *Chang-Chen Yeh*

中華經濟研究院綠色經濟研究中心助研究員

Assistant Research Fellow of the Center for Green Economy

Chung-Hua Institution for Economic Research (CIER)

摘要 / Abstract

半導體 (semiconductor) 係現代電子設備大腦，應用範圍甚廣，由於當前科技產品與技術應用常攸關各國軍事、經貿、科技、安全與民生消費需求，因而使半導體的研發、生產及製造成為各國重視的關鍵戰略議題及物資之一。而美中兩強自美國歐巴馬政府 (Obama Administration) 執政後期以降，歷經川普政府 (Trump Administration) 乃至目前拜登政府 (Biden Administration) 上任後的博弈競爭，也從軍事外交一路擴散至貿易、科技領域，迄今美國對中半導體科技議題已成當前拜登政府科技抗中政策的關

鍵主軸。

基本上，自歐巴馬政府以降，主要可由產業政策與貿易利益、科技管制、確保供應鏈安全與未來科技主導權等主要因素，來說明美國近期在半導體科技政策領域對中國採取不同程度的因應政策及措施。歸納而言，近年來美國對半導體科技政策係自歐巴馬政府執政後期開始出現重大變化，為因應中國積極扶植國內半導體產業、企圖大幅提高晶片自製率以及積極投資與併購美國半導體企業等挑戰，美國政府逐漸提高對中國科技戰略的警覺。迄川普政府時期，美中從貿易戰、科技戰、外交戰與軍事實力展示等，進行全面性的競爭。

後續拜登政府上任，美國對中戰略競爭加劇格局雖未有根本改變，但在拜登政府特別著重以科技領域為主軸，改採「小院高牆」(small yard, high fence) 與「多邊結盟」的策略遂行科技抗中的政策路線下，美國與全球半導體產業也將面臨多項來自機會與挑戰面的主要可能影響。最後，本文亦從產業政策與貿易利益、科技管制、供應鏈安全與未來科技主導權四方面，說明未來美國對半導體科技政策議題的觀察重點，供未來相關研究參考。

The semiconductor is the brain of modern electronics. It has a wide range of applications. As current technological products and applications are often related to the military, economic and trade, technology, security and consumers' needs of various countries, the R&D, production, and manufacturing of semiconductors have become the important strategic key issue and materials to all countries. In the meantime, the strategic competition between the United States (U.S.) and China have spread from military and diplomacy to the trade and technology issues before the end of Obama Administration, and then to the Trump Administration until the current Biden Administration. In the field of science and technology (S&T), the issue of U.S.'s semiconductor policy toward China has become the key issue of the

Biden Administration's S&T policy against China.

Basically, since the Obama Administration, major factors such as industrial policy and trade benefits, technological control, ensuring supply chain security, and the technological dominance in the future can be used to explain the recent U.S.'s policy response and measures in the field of U.S.'s semiconductor policy toward China.

In summary, by major factors as above, this article argues that in recent years, the U.S.'s semiconductor policy toward China has undergone major changes before the end of Obama Administration for responding to China's active support of the domestic semiconductor industry, China's ambition to significantly increase the self-production rate of chips, and China's active investment as well as mergers and acquisitions of U.S. semiconductor companies. After that, the U.S. government has gradually increased its vigilance on China's S&T strategy. During the Trump Administration, the U.S. and China have engaged in comprehensive competition from the arena of trade, technological, diplomatic wars, to the military strength demonstrations.

After the Biden Administration took office, although the pattern of intensified strategic competition between the U.S. and China has not fundamentally changed, however the Biden Administration has particularly focused on the S&T sector with new "small yard, high fence" and "multilateral alliance" strategies. Under the new S&T policy against China, the U.S. and the global semiconductor industries will also face a number of major possible influences from coming opportunities and challenges. Finally, this article also illustrates the focus of observation on the U.S.'s semiconductor policy toward China from the four major factors, which including industrial policy and trade benefits, technology control, supply chain security, and technology dominance for reference of related research in the future.

關鍵詞：美國、中國、半導體產業、地緣政治

Keywords: United States (U.S.), China, semiconductor industry, geopolitics

壹、前言

半導體（semiconductor）係現代電子產業技術進步的核心，素有電子設備大腦之稱。由於其應用範圍甚廣，在當前科技產品與技術應用常攸關各國軍事、經貿、科技、安全與民生消費需求下，也使得半導體的研發、生產及製造逐漸成為各國重視的關鍵戰略議題及物資之一。

美國與中國兩強自美國歐巴馬政府（Obama Administration）執政後期以降，歷經川普政府（Trump Administration）乃至目前拜登政府（Biden Administration）上任後，其博弈競爭的領域也從傳統軍事外交，一路擴散至貿易乃至科技領域，而其中美國對中半導體科技議題已成當前拜登政府科技抗中政策的關鍵主軸，其對全球科技、經濟與安全的影響亦相當深遠，殊值探討。

本文為探究近期美國對中科技政策的形成、轉變及其主要可能影響，也特別以半導體產業為例進行研析。首先，本文先探討全球半導體科技產業之發展概況及美國在全球半導體供應鏈中之地位與挑戰。其次，說明美國歐巴馬政府與川普政府時期對中之半導體政策。再者，分析目前美國拜登政府對中之半導體政策的形成、轉變及其可能主要影響。最後，在結論說明本文的要點歸納與發現，並從產業政策與貿易利益、科技管制、供應鏈安全與未來科技主導權四方面，說明日後美國對中半導體科技政策議題的觀察重點，供未來相關研究參考。

貳、全球半導體科技產業之發展概況及美國在全球半導體供應鏈中之地位與挑戰

全球半導體科技產業之發展概況。隨著科技的高度發展，半導體的研發、製造與應用已成為現代全球電子產業發展的核心，而所謂半導體係由電阻介於導體

(conductor) 與絕緣體 (insulator) 之間的材料 (例如矽) 所構成, 主要產品則包括分離式 (discrete) 元件與積體電路 (integrated circuit, IC)。其中, 生產占比較高的積體電路 (IC) 係指經由半導體製造商以精密的製造技術將諸如電晶體、二極體、電阻器、電容器等元件整合於單一晶片, 此一晶片所形成的完整邏輯電路因具備控制、計算或記憶等功能, 而得以應用在各類電子產品中, 成為各類電子裝置賴以運作的基本元件。¹

正因如此, 在當前電子科技世代中, 半導體的應用範圍甚廣, 舉凡數據處理電子、軍用/民用航空電子、通訊電子、消費電子、汽車電子與工業電子等設備皆須仰賴半導體的供應方有可能正常製造與運作。而在未來新興前瞻科技應用上, 例如無人駕駛、量子運算 (quantum computing)、人工智慧 (artificial intelligence, AI)、機器人、節能感測、5G 與物聯網 (Internet of Things, IoT) 等, 更有賴新一代先進半導體的生產製造, 才能掌握發展先機。因此在科技已成為當前全球各國不可或缺之必備「硬實力」(hard power) 的潮流趨勢下, 也使得半導體的研發、生產與製造成為主要先進國家所重視的關鍵戰略議題與物資。²

由於過去十年內全球科技應用不斷推陳出新, 半導體市場規模也呈現持續上升的趨勢, 根據「世界半導體貿易統計協會」(World Semiconductor Trade Statistics, WSTS) 的統計, 2012 年全球半導體產業銷售金額約為 2,916 億美元, 2013 年首度突破 3,000 億美元, 2017 年更進一步突破 4,000 億美元, 迄 2020 年仍維持在 4,404 億美元的水準, 雖然低於 2018 年 4,688 億美元的高峰, 但預估 2022 年在全球記憶體兩位數成長需求的帶動下, 全球半導體產業銷售金額將可望突破 6,000 億美

¹ 朱延智, 《產業分析》(台北市: 五南出版社, 2011 年), 頁 224-225; 〈介紹半導體: 現代電子產業的大腦〉, 《AMD 官網》, 2021 年, <https://www.amd.com/zh-hant/technologies/introduction-to-semiconductors>。

² 勤業眾信, 〈半導體: 未來浪潮〉, 2019 年, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/technology-media-telecommunications/tw-tmt-semiconductor-report-CN.pdf>; 蔡育岱, 〈AI 與國際關係: 人工智慧將如何改變我們的世界?〉, 《全球政治評論》, 第 65 期 (2019 年), 頁 1-6。

元大關達 6,060 億美元的新高水準。³

美國在全球半導體供應鏈中之地位。美國係現代半導體產業發展的先驅大國，自二次大戰後美國基於軍事用途理由對半導體技術發展的支持更是不遺餘力。在半導體產業逐步邁入商業化後，為了降低生產成本與提高生產效率，美國半導體製造業者即開始轉赴東亞地區投資，並將生產製造供應基地逐步分散轉移至東亞地區，從而使日本、韓國、台灣與中國等東亞國家的半導體產業，得以在政府政策扶植與海外訓練之人才及研發技術的支持下，逐步深耕發展。

而以半導體產業供應鏈的特性與區域分布來看，半導體產業係由一整合的全球性供應鏈（an integrated global supply chain）體系所構成，包括美國、中國、東亞與歐洲地區業者均涉入其中。惟相對其他產業，半導體產業由於需要不斷精進更高階的製造技術，常需投入龐大資金在研究發展與資本支出（例如採購先進製造設備及建造先進廠房擴充產能等）項目上，在其資金規模、研發以及製造技術要求均需由一個根據比較優勢（comparative advantages）而形成的全球分工體系支持，才能有效提升其商業運作效率與維持其較高利潤的特性下，也使得各地區的半導體相關研發與製造業者逐漸在市場驅動及各自政府扶植政策的協助下，依據其所具備的不同比較優勢分演與執行高度分化的業務分工角色。⁴

若再進一步由主要國家或區域於全球半導體產業供應鏈中不同業務分工活動上的供應占比統計來看（如表一所示），可以發現美國目前於全球半導體供應鏈中占比較高的部分，主要集中在研發活動部分中的電子設計自動化（electronic design automation, EDA）與核心智財（core intellectual property, Core IP）類活動，其占比高達 74%；而在設計部分，則只有邏輯 IC 占比較高達 67%；但在分離元件、類比元件與其他（discrete, analog, and other, DAO）項目上占比則為 37%；記

³ World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), "WSTS has Published the Q2 2021 Market Figures," August 16, 2021, <https://www.wsts.org/76/Recent-News-Release>.

⁴ Boston Consulting Group (BCG) and Semiconductor Industry Association (SIA), "Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era," April 2021, p. 4, https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf.

憶體占比亦只有 29%。在設備、材料類活動部分，製造用設備占比較高達 41%、材料供應占比則只占 11%。至於，在製造類活動部分，晶圓製造及組裝、封裝與測試項目上占比各僅有 12%與 2%。由此可知，美國目前在全球半導體供應鏈中具備領導地位者，主要係以研發密集類項目為大宗，包括電子設計自動化(EDA)、核心智財(Core IP)、晶片設計與先進半導體製造設備均係其優勢業務活動項目。惟在材料供應、晶圓製造以及組裝、封裝與測試等業務項目上，中國、韓國、台灣等東亞地區則較具領先優勢地位。

表一：美國、中國、東亞、歐洲與其他地區在全球半導體供應鏈供應占比
單位：百分比(%)

項目 \ 國家/地區	美國	中國	東亞	歐洲	其他
預備競爭研究項目					
電子設計自動化 (EDA) 與核心智財 (Core IP)	74	3	3	20	0
設計					
邏輯 IC	67	4	15	8	6
分離元件、類比元件與其他 (DAO)	37	7	33	19	4
記憶體	29	0.3	70	0.3	0.4
設備項目	41	5	36	18	0
製造項目					
晶圓製造	12	16	56	9	7
組裝、封裝與測試	2	38	43	5	12
材料項目	11	13	57	12	7

備註：東亞地區主要包括韓國、日本與台灣。

資料來源：本表項目與數據引自 BCG and SIA, "Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era," 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.

美國在全球半導體供應鏈中面臨之風險與挑戰。根據 2021 年 6 月美國商務部依據拜登總統「第 14017 號行政命令」(Executive Order 14017) 針對「半導體製

造與先進封裝」(semiconductor manufacturing and advanced packing)產業進行的供應鏈評估報告顯示，美國半導體與先進封裝產業供應鏈主要存在的風險與挑戰包括：⁵

一、**半導體設計**：主要風險在需要高研發與資本支出、欠缺半導體技術勞工、設計後的晶圓製造仰賴東亞地區等；

二、**晶圓製造**：主要風險包括美國本土欠缺最先進之晶圓製造技術、非先進製程之記憶體與邏輯晶片製造過度依賴海外（主要集中在台灣、韓國與中國）生產；過度依賴中國市場銷售；中國企圖爭奪半導體市場領導地位；欠缺大專程度以上年輕技術勞動力進入產業；興建先進製造晶圓廠需鉅額投資等；

三、**半導體組裝、測試與封裝**：主要風險在過度依賴東南亞、台灣與中國提供組裝、測試與封裝產能。

四、**先進封裝**：除傳統的製程微縮技術外，透過諸如 3D/2.5D 堆疊與扇外型封裝 (Fan-out Packaging) 等先進封裝技術處理已成為滿足市場在單位 IC 晶片上倍增電晶體數量需求的有效途徑之一。⁶ 但美國主要面臨的風險與挑戰包括：中國積極投入先進封裝技術威脅美國未來地位；美國欠缺發展先進封裝所需之材料製造產能（特別是印刷電路板生產基地多位於中國）；美國需要除國防需求外更大市場需求規模來支撐本土先進封裝技術的發展所需。

五、**材料**：在半導體產業所需材料供應上，美國主要面臨風險及挑戰包括美國在許多半導體原物料、化學品與氣體等仍需依賴進口或海外複雜供應鏈供應，其中包括對中國稀土與關鍵原材料進口的依賴、對日本在矽晶圓、光罩與光阻劑上的依賴以及外包製造供應仰賴台灣與韓國等。

⁵ The White House, "Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-based Growth: 100-Day Reviews under Executive Order 14017," June 2021, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>.

⁶ 〈晶片再進化 IC 晶圓先進封裝超關鍵〉，《工商時報數位編輯》，2021年7月4日，<https://ctee.com.tw/news/tech/483438.html>。

六、**半導體製造設備**：美國雖然在半導體製造設備的生產上居領導地位，但仍面臨下列風險與挑戰包括依賴海外銷售需求，特別是中國對半導體製造設備的需求；中國對半導體製造設備的補貼扭曲市場等。

儘管美國至近期拜登政府任內才完成對半導體製造與先進封裝產業等關鍵產業供應鏈的評估檢視報告，但事實上自歐巴馬政府以降，美國基於產業政策與貿易利益、科技管制、確保供應鏈安全與未來科技主導權等主要因素，⁷ 在半導體科技政策領域中即先後對中國採取不同程度的因應政策及措施，本文將於下兩節進行進一步的探討。

參、美國歐巴馬政府與川普政府時期對中之半導體政策分析

一、歐巴馬政府時期

產業政策與貿易利益。美國在歐巴馬政府時期，因為甫經 2008/2009 年全球金融危機，美國在需要中國合作因應的情況下，在貿易上並無法採取過於強硬的立場，而有關如何強化半導體產業利益的政策強度，也遲至歐巴馬政府執政後期才見到較為具體的行動。⁸ 不過，在強化貿易利益的基礎上，美國在 2009 年至 2017 年 1 月期間仍透過世界貿易組織（World Trade Organization, WTO）對中國發起至少 7 個執法行動，但其中與半導體產業相關者卻相對有限，較為相關者為美國貿易代表署（Office of the United States Trade Representative, USTR）曾對中國就 9 種不同原材料出口關稅與配額問題發生爭執，而這些原材料係攸關美國航空航太、汽車、電

⁷ P. Triolo, "Geopolitics and Technology: US-China Competition: The Coming Decoupling?," *RSIS Commentaries, No. 214*. *RSIS Commentaries*. Singapore: Nanyang Technological University, <https://hdl.handle.net/10356/136614>.

⁸ 〈歐巴馬：若非金融海嘯，我會對中國出手更重〉，《自由時報》，2020 年 11 月 17 日，<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/3354743>。

子、化工等多個行業製造產品的關鍵投入材料進口。⁹

科技管制、供應鏈安全與未來科技主導權。自 2015 年以後美國外國投資委員會（Committee on Foreign Investment in the United States, CFIUS）因為開始必須處理一系列中國投資美國半導體企業投資案的評估與審查，而逐漸引起歐巴馬政府進一步從科技管制、供應鏈安全與未來科技主導權等面向，考慮加強對中國投資美國半導體產業進行限制，包括中國紫光集團投資美光科技（Micron Technologies）、中國華潤集團投資美國快捷半導體（Fairchild Semiconductor）、中國紫光集團投資美商威騰電子公司（Western Digital Corporation, WD）、中國福建晶片投資基金（Fujian Grand Chip Investment Fund, FGC）投資愛思強半導體公司（Aixtron）、中資私募基金凱橋（Canyon Bridge）投資美國萊迪思半導體公司（Lattice Semiconductor）以及湖北鑫炎股權投資合夥企業（Hubei Xinyan Equity Investment Partnership）投資美國艾科斯羅國際（Xcerra Corporation）等知名投資案，最終均因美方審查遭到阻撓或被迫放棄。¹⁰

後續，為因應美國半導體產業的發展與主導地位可能受到來自中國扶植半導體政策的威脅，2016 年 10 月，歐巴馬政府決定於「白宮總統科技顧問委員會」（President's Council of Advisors on Science and Technology, PCAST）成立針對半導體產業的高級別工作小組，並在 2017 年由「白宮總統科技顧問委員會」（PCAST）提出一份評估美國半導體產業面臨之挑戰及其對美國經濟與國家安全影響的報告。該報告明確指出美國的半導體產業主要面臨技術與市場變化，以及來自中國扶植其半導體產業政策的挑

⁹ The White House, "Fact Sheet: The Obama Administration's Record on the Trade Enforcement," January 12, 2017, <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2017/01/12/fact-sheet-obama-administrations-record-trade-enforcement>.

¹⁰ 〈大陸覬覦美國半導體，歐巴馬設防線〉，《中時新聞網》，2017 年 1 月 4 日，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20170104000074-260202?chdtv>。

戰。其中，中國預計投入大規模資金，建立一個先進與自主性更高的半導體產業，以取得其在半導體先進科技中的世界領導地位對美國半導體產業競爭力勢必會帶來直接的威脅。為此，該報告建議美國政府、產業界與學術界未來應密切合作，致力推動三大策略因應，包括：（一）在未來十年內應協助推動美國半導體產業變革性創新；（二）反制中國產業政策；以及（三）改善美國半導體生產商的商業環境。¹¹

二、川普政府時期

貿易利益。美國川普政府執政後，在「美國優先」（America First）與「讓美國再次偉大」（Make America Great Again, MAGA）的政策指導下，美國將中國視為「戰略競爭者」（strategic competitor）與「修正主義強權」（revisionist powers）的對立態勢正式確立，特別是在貿易與科技產業領域，美國川普政府於 2017 年依據美國《1974 年貿易法》（Trade Act of 1974）第 301 條款，發起了針對中國對美貿易產業的調查（含半導體產業），並在 2017 年 8 月公布「301 調查報告」的結果，包括：

（一）中國利用對外國所有權限制，要求或迫使美國公司向中國實體轉讓技術；同時也使用行政審查和許可程序來要求或施壓技術轉讓；

（二）中國對美國企業的投資和活動施加了大量限制和干預，剝奪美國企業的權利；

（三）中國指導和促進中國企業系統性投資和收購美國公司和資產，以獲得尖端技術和知識產權，並在中國政府工業計畫視為重要的行業實現大規模技術轉讓；

（四）中國對美國公司的計算機網絡進行未經授權的入侵和盜竊，以支

¹¹ Craig Mundie and Paul Otellini, “Ensuring U.S. Leadership and Innovation in Semiconductors,” January 9, 2017, <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2017/01/09/ensuring-us-leadership-and-innovation-semiconductors>.

持中國的戰略發展目標，包括其科學和技術進步、軍事現代化和經濟發展等。¹²

2018 年 3 月，川普總統依據美國貿易代表署（USTR）的「301 調查報告」結果，簽署「中國經濟侵略總統備忘錄」（Presidential Memorandum Targeting China's Economic Aggression）先後宣布對價值約 500 億美元來自中國的進口商品（包括針對中方產業政策強調之「中國製造 2025」相關產品），課徵 25% 的關稅。¹³

至 2019 年 9 月，統計美國已對來自中國共 3,500 億美元的商品（含半導體產品）課徵懲罰性關稅。2020 年 1 月，在歷經美中雙方談判後，雙方正式簽署第一階段貿易協定，中方承諾擬於 2020 年至 2021 年自美國購買及進口成品與服務產品之總額將要比 2017 年時進口多出至少 2,000 億美元，而至 2020 年底，中方在半導體與半導體設備項目上自美國進口金額也的確超過美中第一階段貿易協定設定的目標，相較於 2017 年的 136.5 億美元，中方在 2020 年自美國進口的半導體與半導體設備金額增加近 5 成達 203.8 億美元。不過，在 2020 年中國自美國進口總體金額上，中方卻未能達成美中第一階段貿易協定的總體目標，統計 2020 年中方自美進口金額約為 1,360 億美元，甚至較 2017 年中方自美進口金額的 1,548 億美元要

¹² 〈美國有關 301 調查的行動總統備忘錄（全文）〉，2018 年 3 月 23 日，
<https://news.cnyes.com/news/id/4074654>.

¹³ 劉孟俊，〈美中貿易戰對中國大陸經濟影響觀察〉，2018 年，
<https://ws.mac.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMjk1L2NrZmlsZS8wZjM3ODQ4My0xYjdllTRiNmYtOWViMi1hMzhkMmQ5MGY0NDYucGRm&n=5LiJ44CB576O5Lit6LK%2F5piT5oiw5bCN5Lit5ZyL5aSn6Zm457aT5r%2Bf5b2x6Z%2B%2F6KeA5a%2BfLnBkZg%3D%3D>。

來得更低。¹⁴

美中實際貿易統計數據除反映中方在半導體與半導體設備的需求上，相較於中方其他一般產業更需要來自美國產品進口的支持，同時也隱含中國半導體業者在預期未來可能遭遇更多美國對半導體科技及產品出口管制的預期心理下，希望透過加大自美進口相關產品與設備，以因應短期內可能面臨的半導體與半導體設備供應短缺問題。¹⁵

科技管制。早在歐巴馬政府時期美國商務部即曾於 2016 年 3 月，因中國的中興通訊涉及違反美國對伊朗的出口禁令，而被美國商務部列入「實體清單」(Entity List)，並對其採取出口限制措施。¹⁶而在川普政府執政後，中興通訊與美國商務部雖於 2017 年 3 月達成和解，但後續因中興通訊執行和解條件的具體作為未能完全依照美方要求落實，復加上川普政府於 2018 年開啟與中方的貿易談判，需要對中施壓的談判槓桿，因此導致美國又於 2018 年 4 月，宣布禁止美國企業於 7 年內向中興通訊銷售零件，迄 2018 年 7 月中興通訊在繳交罰款及保證金後該事件始告落幕。

¹⁴ 此處統計，主要係依據半導體與半導體設備可能涉及的國際商品統一分類制度 (Harmonized Commodity Description and Coding System, HS) 四位碼，包括 HS 8541、HS 8542、HS 8486 等產品稅項，採用國際貿易中心 (international trade center, ITC) Trade Map 資料庫數據統計計算而得，<https://www.trademap.org/Index.aspx>；Chad P. Bown, "How the United States Marched the Semiconductor Industry into its Trade War with China," *PIIE Working Paper*, December 2020, pp. 22-24, <https://www.piie.com/publications/working-papers/how-united-states-marched-semiconductor-industry-its-trade-war-china>.

¹⁵ 〈大陸 3 月進口半導體創紀錄，業者啟動「恐慌性備貨」〉，《經濟日報》，2021 年 4 月 22 日，<https://money.udn.com/money/story/5604/5405924>。

¹⁶ 根據美國「出口管制條例」(Export Administration Regulations, EAR) 的規定，商務部的出口管制可依情節輕重分成三類清單進行出口管制，包括拒絕交易對象清單 (Denied Person List)、實體清單 (Entity List) 以及未證實名單 (Unverified List)。一旦被列為實體清單企業，美國政府原則禁止對該類企業提供出口管制產品或技術。孫欣、洪唯真，〈美中角力關係下，跨境商務和投資如何管理法律風險？〉，《KPMG 洞察觀點》，2019 年 9 月 9 日，<https://home.kpmg/tw/zh/home/insights/2019/09/tw-american-china-trade-war-investment-cross-border-law-risk-management.html>。

2018年8月，美國國會進一步通過《出口管制改革法》(Export Control Reform Act of 2018, ECRA)，其中的第1758條，授權商務部可以國家安全為由建立對美國新興與基礎技術出口、再出口或移轉之認定與管控制程序。另外，同時期通過的「2018年外國投資風險審查與現代化法」(Foreign Investment Risk Review Modernization Act of 2018, FIRRMA)則廣泛規範所有外國投資人，授予美國外國投資委員會(CFIUS)可加強審查對美國國家安全具有影響的外國投資，包括擴大投資案件的審查範圍、新增申報程序與審查涉及關鍵技術投資案等。¹⁷ 由此反映，自川普執政時期以降，美國無論行政部門或國會，抑或民主或共和兩黨，針對思考如何反制中國科技威脅對美國國家安全可能造成的損害，已經成為美國政界的主流共識。

18

產業政策、供應鏈安全與未來科技主導權。除了在貿易與科技管制上對中國採取的反制作為外，川普政府另外推動通過《為半導體生產建立有效激勵措施法案》(Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors (CHIPS) for America Act) (此後簡稱《晶片法案(CHIPS)》)以及《美國晶圓代工法案》(American Foundries Act of 2020)兩法案，希望藉此支持美國半導體產業發展，確保其供應鏈安全及在半導體科技上的主導權。其中，《晶片法案(CHIPS)》的通過旨在增加美國聯邦政府的激勵措施，以恢復美國在半導體製造領域的領導地位，並期盼藉由促進先進研發、保護供應鏈來確保美國長期國家安全和經濟競爭力。法案中的具體作法包括：

¹⁷ 孫欣、洪唯真，〈美中角力關係下，跨境商務和投資如何管理法律風險？〉，《KPMG 洞察觀點》，2019年9月9日。

¹⁸ 〈學者：反制中共是兩黨共識，美對台支持不變〉，《聯合新聞網》，2020年11月8日，<https://udn.com/news/story/10575/4998463>；〈華為寄望解禁無望，專家：拜登將延續對中科技嚴管〉，《聯合新聞網》，2020年11月10日，<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/3347698>。

(一)授權為半導體研發提供資金，其中包括 30 億美元用於美國「國家科學基金會」(National Science Foundation, NSF)、20 億美元用於美國能源部以及 20 億美元用於美國國防部「國防先進研發計畫署」(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)的電子復興計畫(Electronics Resurgence Initiative)。

(二)設立「國家半導體技術中心」(National Semiconductor Technology Center)，與民間部門合作進行先進半導體的研究和原型設計，並建議規劃在 10 年內提撥 30 億美元預算。

(三)在美國商務部下設立「先進封裝國家製造研究所」(Advanced Packaging National Manufacturing Institute)，規劃建議五年內編列 50 億美元預算支應。

(四)設立規模達 100 億美元的信託基金，以支持州和地方對半導體製造設施投資的激勵措施。

(五)迄 2027 年為合格的半導體設備或製造設施支出提供稅賦抵免優惠。

至於，《美國晶圓代工法》的推動主要目的係在要求美國商務部長對各州撥款支持其設置微電子製造和先進研發設施，同時授權美國國防部長和國家情報首長為國家安全需要之微電子製造設施的建設提供資金，以及授權提供可用於微電子研究和開發等目的之額外經費支持，其總經費預估最高可達 150 億美元。²⁰ 最終，《晶片法案(CHIPS)》與《美國晶圓代工法案》(American Foundries Act of 2020)許多主要內容已正式納入美國

¹⁹ “Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors (CHIPS) for America Act - H.R.7178 / S.3933,” *American Institute of Physics*, June 10, 2020, <https://www.aip.org/fyi/federal-science-bill-tracker/116th/creating-helpful-incentives-produce-semiconductors-chips>.

²⁰ “S.4130-American Foundries Act of 2020,” *Congress.Gov*, July 1, 2020, <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/senate-bill/4130/text>.

《2021 財政年度的國防授權法》（National Defense Authorization Act (NDAA) for Fiscal Year 2021），預計美國聯邦政府初期將先投入至少 370 億美元支持半導體產業之基礎設施和研發資金。²¹

肆、美國拜登政府對中之半導體政策的形成、轉變及其可能主要影響分析

一、美國拜登政府對中之半導體政策的形成與轉變

有關美國拜登政府當前對中之半導體政策的形成與轉變，主要可從下列四個面向加以說明，包括：

（一）產業政策與貿易利益

相較於川普政府希望以全面改善美國對中貿易逆差為目標，在對中貿易上透過同步提高關稅與施壓進行雙邊談判等方式應對，且涉及的產業品項繁多，影響層面亦較為廣泛的貿易戰模式，拜登政府在上任之初則改採「小院高牆」（small yard, high fence）與「多邊結盟」的策略應對中國的安全威脅。儘管拜登政府迄今在貿易上，仍舊維持川普政府時期對中貿易的一些限制措施與關稅課徵，但卻特別著重以科技領域為主軸，針對中國進行關鍵領域的精準打擊，透過釐清及確定與美國國家安全直接相關的特定技術與領域（即所謂小院），建立適當的戰略邊界（即所謂高牆）。而這種在特定技術與領域的範圍內加大反制與封鎖力度，但在特定技術與領域外，則思考重新對中開放或維持現狀的作法，目前已成為美國在對中科

²¹ 〈小摩：美 370 億美元半導體獎勵措施估下半年落地 IDM 廠、台積電有望受惠〉，《鉅亨網》，2021 年 3 月 16 日，<https://news.cnyes.com/news/id/4613215>。

技政策上的新策略。²² 另外，拜登政府也透過「多邊結盟」策略，包括邀集台積電（TSMC）、三星（Samsung）、英特爾（Intel）共 19 家國際主要科技企業舉行「半導體與供應鏈韌性高峰會」以及先後與日本、韓國及歐盟領袖舉行峰會並承諾強化雙方半導體的策略合作關係等，均係拜登政府一改過去川普政府之雙邊途徑，希望積極建立多邊反中科技聯盟的具體作法之一。²³

而在支持半導體產業的政策上，延續先前《晶片法案（CHIPS）》與《美國晶圓代工法案》的支持方向，近期美國參議院與眾議院已分別於 2021 年 6 月通過推動新法案，希望支持美國半導體產業的發展並維繫美國半導體科技的競爭優勢。其中，參議院通過推動的為《2021 年美國創新暨競爭法案》（US Innovation and Competition Act of 2021），該法案主要目標係在提振美國科技研發核心能量，以因應來自中國的挑戰，法案規劃未來 5 年美國將投入約 2,500 億美元的經費投入科學研究。該法案共分六大部分，包括：《晶片製造法與 5G 等無線技術應用》（CHIPS Act and ORAN 5G Emergency Appropriations）、《無盡邊疆法》（Endless Frontier Act）、《2021 戰略競爭法》（Strategic Competition Act of 2021）、《國土安全與政府事務委員會相關條款》（Homeland Security and Government Affairs Committee Provisions）、《2021 回應中國挑戰法》（Meeting the China

²² 〈拜登時代建「小院高牆」保護科技優勢〉，《VOA 美國之音》，2021 年 2 月 21 日，<https://www.voacantonese.com/a/us-china-tech-war-02192021/5786267.html>；〈美中爭霸系列二／拜登築起小院高牆，大陸加速高科技自主〉，《經濟日報》，2021 年 8 月 3 日，<https://money.udn.com/money/story/10511/5646937>。

²³ 〈台積電參加白宮半導體高峰會，拜登：中國企圖主導供應鏈〉，《上報》，2021 年 4 月 13 日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=110707；〈美日聯合聲明透露的訊號：美日同盟全球化 2.0 與台海議題國際化〉，《信傳媒》，2021 年 4 月 19 日，<https://www.cmmedia.com.tw/home/articles/26918>；〈美韓峰會後拜登的半導體再平衡：強化韓國半導體角色，台積電優勢逐漸喪失〉，《信傳媒》，2021 年 5 月 27 日，<https://www.cmmedia.com.tw/home/articles/27667>。〈美歐抗中，合組技術聯盟〉，《工商時報》，2021 年 6 月 11 日，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20210611000817-260202?chdtv>。

Challenge Act of 2021) 以及其他(如:教育與醫學研究競爭力與安全、司法委員會)等。

在直接支援半導體產業的提撥經費上,預估將達 520 億美元,並有 15 億美元用以支援 5G 供應鏈生產與技術研發。另外,亦強調防範關鍵技術外洩,同時期盼透過國內外公私部門的合作與獎勵措施,促進其共同推動包括半導體、人工智慧、通訊、能源與生物技術等領域的基礎研究與創新。

與此同時,眾議院也提出眾院版支持半導體發展相關法案,包括《美國國家科學基金會未來法案》(National Science Foundation for the Future Act)以及《美國能源部未來科學法案》(Department of Energy Science for the Future Act),規劃未來 5 年將撥款 1,280 億美元,提供美國國家科學基金會(NSF)及支持其設立新的專責機構協助美國保持技術上的領先;另外也提供美國能源部經費支援美國之國家實驗室進行相關科學研究。預計 2021 年年底前,參眾兩院將在進行法案版本協商後,提出兩院一致之法案版本供拜登總統完成簽署立法程序。²⁴

(二) 科技管制

在科技管制方面,拜登政府對中政策大致延續著川普政府時期的《出口管制改革法》(ECRA)與「2018 年外國投資風險審查與現代化法」(FIRRMA)對中國進行科技管制的法制基礎與政策方向,而近期拜登政府也循著對中加強科技管制的路線,在繼川普政府時期美國對中芯國際(Semiconductor Manufacturing International Corporation, SMIC)、華為(Huawei)實施禁令後,先於 2021 年 4 月認定 7 家中國機構涉及協助中

²⁴楊皓勻編譯整理,〈美國參議院通過《2021 美國創新暨競爭法案》;眾議院通過《美國國家科學基金會未來法案》〉,《科技法律研究所》,2021 年 7 月, <https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=64&tp=1&d=8693>;〈美國眾議院推進兩項研發投資法案 與中國對抗〉,《國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心科技產業資訊室(iKnow)》,2021 年 6 月 22 日, <https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=17947>。

國軍事現代化以及發展大規模毀滅性武器，而將其納入出口管制名單，限制美國企業與其進行商務往來。2021年6月初，拜登總統又簽署命令修改川普政府時期對中國企業的投資禁令，列出59家與中國軍方有關或屬於監控產業類的中國企業，而華為及中國三大電信公司中國聯通、中國移動和中國電信亦名列其中，該禁令於2021年8月生效，規定生效後一年內美國投資人須全數撤出投資。

值得注意的是，在2021年7月中旬，拜登政府已提名美國前國防部官員艾斯特維茲（Alan Estevez）出任主管工業暨安全事務之美國商務部工業暨安全局（Commerce Department Bureau of Industry and Security, BIS）局長一職，準備讓艾斯特維茲負責出口管制事務，反映拜登政府在攸關科技抗中之關鍵職位安排上，已任命嫻熟國防科技採購議題的專業官員來貫徹拜登政府加強對中進行科技出口管制的政策路線。²⁵

（三）供應鏈安全

相較於歐巴馬政府與川普政府，拜登政府一上任更加重視美國供應鏈安全議題，拜登政府在2021年2月即簽署名為「美國供應鏈」（America's Supply Chains）的「第14017號行政命令」（Executive Order 14017），該項命令首先要求聯邦機構立即針對原料藥（Active Pharmaceutical Ingredients, API）、國防與高科技及其他產品的重要關鍵礦物（稀土）、半導體與先進封裝、電動車大容量電池四大關鍵領域進行為期100天的審查。另針對包括國防工業、公共衛生和生物性預備工業（biological preparedness industrial base）、資通訊技術、能源、交通運輸以及農產品和糧食生產六大關鍵領域之供應鏈進行為期一年的審查，以使美國在上述關

²⁵〈更多中企將面臨美投資禁令？分析：拜登把門檻壓低〉，《財經新報》，2021年6月8日，<https://finance.technews.tw/2021/06/08/joe-biden-vs-cn/>；〈美中爭霸系列二／拜登築起小院高牆，大陸加速高科技自主〉，《經濟日報》，2021年8月3日，<https://money.udn.com/money/story/10511/5646937>。

鍵與重要商品領域中建立更具彈性與安全性的供應鏈，保持美國在關鍵領域的技術領先地位。²⁶

而拜登政府後續於 2021 年 6 月，也正式公布名為「建立韌性供應鏈，振興美國製造業與促進廣泛基礎的成長：第 14017 號行政命令下之百日關鍵供應鏈調查報告」（Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-based Growth: 100-Day Reviews under Executive Order 14017）（此後簡稱「百日關鍵供應鏈調查報告」）。其中，針對半導體供應鏈安全的強化，該報告明確指出在近 10 幾年來，由於美國已將過多半導體製造外包與進行離岸生產，導致在過去 20 年中美國占全球半導體產量已從過去 1990 年的 37% 下降到 2020 年的 12%，預估未來美國若未能提供全面性策略支持半導體產業的發展，其占全球產能比重將會進一步的下降。

特別是在中國近年來大力推展與扶植其半導體產業對美國主導地位帶來威脅，以及全球 10 奈米節點以下之先進晶片製造完全仰賴台灣（供應占比達 92%）與韓國（供應占比達 8%）等情況，不僅引發全球對半導體供應鏈安全的憂慮，更已引起當前包括美國、日本及歐洲等主要國家的關切。因此，該報告建議美國應該採取下列方式來擴大與確保美國半體產業供應鏈的安全，包括：²⁷

1. 與產業共同推動建立投資、透明化與合作的夥伴關係，俾利解決

²⁶ “Fact Sheet: Securing America’s Critical Supply Chains,” *The White House Briefing Room*, February 24, 2021, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/02/24/fact-sheet-securing-americas-critical-supply-chains/>.

²⁷ The White House, “Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-based Growth: 100-Day Reviews under Executive Order 14017,” June 2021, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>；〈拜登公布 100 天關鍵供應鏈審查結果及解決方案〉，《國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心科技產業資訊室 (iKnow)》，2021 年 6 月 9 日，<https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=17899>。

目前晶片短缺的課題：

2. 全力提供落實《晶片法案（CHIPS）》所需基金，推動確保美國長期在半導體產業的領導地位；
3. 增強美國國內半導體製造生態圈；
4. 支持半導體供應鏈中之中小企業與弱勢企業的發展；
5. 建立人才供應管道；
6. 與同盟國家及產業夥伴合作共同建立供應鏈韌性。

（四）未來科技主導權

在拜登政府揭櫫的主要優先施政項目中，致力復甦經濟與確保美國在全球中的地位係其重大施政目標之一，²⁸ 而美國半導體產業由於其 2020 年銷售金額占全球半導體銷售金額的 47%，創造約 185 萬個直接間工作機會，在外貿上半導體產品亦係美國除航空、精煉油品及原油外的第 4 大出口品項，²⁹ 因此在面對中國科技力崛起可能對美國當前及未來軍事、經濟競爭力帶來直接衝擊的情況下，美國也特別重視維繫其半導體科技的世界主導地位。而拜登政府近期公布的「百日關鍵供應鏈調查報告」也建議美國若欲提升其在全體產業上的領導地位與韌性，除須提供落實《晶片法案（CHIPS）》所需的至少 500 億美元的基金，作為提供先進晶片製造生產、確保成熟節點晶片生產供應鏈安全與海內外盟友及企業合作夥伴生產安全等支持措施運用外，美國也應從支持製造面、研究發展面與建立多邊半導體基金（multilateral fund）等面向著手，結合國際間的盟友共同落實半導體科技之出口控制、外國直接投資審查、供應鏈安全、智慧財產權保

²⁸ The White House, “The Biden-Harris Administration Immediate Priorities,” 2021, <https://www.whitehouse.gov/priorities/>.

²⁹ Semiconductor Industry Association (SIA), “Industry Impact: Building America's Innovation Economy,” 2021, <https://www.semiconductors.org/semiconductors-101/industry-impact/>.

護以及補貼透明性要求等，以確保美國在未來科技上的主導地位。³⁰

二、美國拜登政府對中之半導體科技政策對美國與全球半導體產業的主要可能影響

近年來美國對中半導體科技政策係自歐巴馬政府執政後期開始出現重大變化，中國自 2014 年開始連續推動兩期「國家集成電路產業投資基金」，企圖扶植國內半導體產業、2015 年提出「中國製造 2025 計畫」矢言在 2025 年達成 70% 晶片自製率以及近年來積極投資與併購美國半導體企業等案例，逐漸引起美國政府對中國的科技戰略警覺。迄川普政府時期，美中從貿易戰、科技戰、外交戰與軍事實力展示等各層面，進行了較為全面性的競爭。迄拜登政府上任，美國對中戰略競爭加劇格局雖然未有根本改變，但在拜登政府特別著重以科技領域為主軸，改採「小院高牆」與「多邊結盟」的策略遂行科技抗中的政策路線下，卻可能為美國與全球半導體產業帶來下列之機會與挑戰面的主要可能影響：³¹

(一) 機會面

1. 美國與中國係全球半導體前兩大主要消費市場，包括通訊、電腦、

³⁰ The White House, “Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-based Growth: 100-Day Reviews under Executive Order 14017,” June 2021, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>.

³¹ 本節主要參考整理自 BCG and SIA, “Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era,” April 2021, https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf; The White House, “Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-based Growth: 100-Day Reviews under Executive Order 14017,” June 2021, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>.

消費電子、汽車、工業與政府部門終端使用需求，乃至人工智慧、量子計算、5G、物聯網、電子遊戲設備、醫療器材、航空、3D 列印、自動駕駛系統、虛擬/擴增實境等新興科技需求均將持續推動美中兩大半導體消費市場的發展，而在美中科技對抗衍生各自之「去中化」與「去美化」半導體產業供應商機中，美中雙方勢必有其各自屬意的半導體業者與供應鏈廠商，可能因此得以獲得新的發展機會。

2. 美國政府近期推動之各項對半導體產業的支持政策，已使台積電、三星、英特爾與格羅芳德（GlobalFoundries）等國際主要半導體業者先後宣布將赴美國投資設立半導體晶圓廠，有助於支持美國半導體當地供應鏈之發展及創造美國當地就業機會。以台積電（TSMC）為例，其將赴美國亞歷桑納州鳳凰城投資 120 億美金設立 5 奈米先進製程晶圓廠，預估投產後每月可生產約 2 萬片晶圓，同時可雇用 1,600 位員工。

3. 拜登政府在科技抗中的政策路線中，特別強調「多邊結盟」，而美國透過半導體產業合作議題，將可加大與其盟友或思維相近的國家或業者進行策略合作，一方面協調解決國際間晶片供應短缺問題，另一方面藉此提升美國半導體業者的國際競爭力，以強化美國在半導體科技上的領導地位。

4. 美國因科技抗中策略，重新盤點與評估美國關鍵產業部門之供應鏈，協助其半導體業者與半導體終端使用者確認各類半導體關鍵材料的唯一或主要來源，藉此思考供應商多元化、分散供應廠商地緣分布風險以及如何建立供應鏈風險調適能力的示範指引，將有助於美國強化其半導體供應鏈的韌性。

（二）挑戰面

1. 全球半導體產業過去 30 年來依據經濟上比較優勢建立的全球生產分工體系，可能因為美中科技競爭與對抗加劇，而必須面臨調整或重組的衝擊。

2. 全球在美中科技競爭與對抗下，將更加關注半導體產業的地緣政治風險，並在晶片供應短缺的影響下，更為重視提升本國半導體自製率的政策推動。而根據美國波士頓諮詢顧問公司 (BCG) 與美國半導體協會 (SIA) 於 2021 年 4 月公布的研究報告顯示，在全球主要區域欲滿足目前各自之半導體消費需求，且追求實現完全自給自足供應的極端情境下，全球半導體產業將需為此再投入至少一兆美元的先期資本投資。由於，額外增加的鉅額資本支出可能導致半導體成本價格上漲 35% 至 65%，最終也會導致必須仰賴半導體產品供應進行製造的電子設備成本上升，而這也將使得全球電子終端設備使用者的消費成本提高，並為全球未來經濟成長帶來不利的變數。

3. 在美中科技競爭持續加劇的情況下，可能導致美國半導體業者與外國必須依賴美國半導體消費市場的業者，因需於美中之間進行抉擇，而面臨可能損失在中國半導體消費市場商機的風險。全球半導體產業的營收將可能因此下滑，並減損半導體業者須維持全球性之半導體消費市場規模，以支應龐大研發創新支出的能力，而這也將對半導體與其他相關產業的創新帶來不利的影響。

4. 中國可能因為美國科技抗中力度的提高，升高反制措施與行動，為國外半導體業者帶來衝擊，包括對美國仰賴自中國進口之稀有關鍵材料進行出口管制，例如銻、砷、鉍、鎵、鍺等半導體重要生產材料。另亦可擴大推動「不可靠實體清單」制度，將外國企業列入名單並進行制裁，同時也可開始管制中國處理國內大數據且可能掌握更多消費者個資的中國高科技公司赴美國上市（例如 2021 年 7 月中國監理單位即出手整頓中國網約車龍頭「滴滴出行」赴美上市）等。³²

伍、結論

³² 〈深陷中國反壟斷風暴！滴滴出行赴美上市碰壁，為何強到被監管盯上？〉，《數位時代》，2021 年 8 月 6 日，<https://www.bnext.com.tw/article/64234/didi-ipo-2021gg>。

半導體係現代電子設備大腦，應用範圍甚廣，由於當前科技產品與技術應用常攸關各國軍事、經貿、科技、安全與民生消費需求，因而使半導體的研發、生產及製造成為各國重視的關鍵戰略議題及物資之一。而美中兩強自美國歐巴馬政府執政後期以降，歷經川普政府乃至目前拜登政府上任後，雙方的博弈競爭，也從軍事外交一路擴散至貿易、科技領域，迄今美國對半導體科技議題已成當前拜登政府科技抗中政策的關鍵主軸。而本文在研析近期美國對半導體科技政策的形成、轉變及其主要可能影響後，有下列幾項要點歸納與發現：

首先，由於當前係電子科技世代，半導體的應用範圍廣泛，過去十年隨著全球科技應用不斷推陳出新，半導體市場規模也呈現持續上升的趨勢，預估 2022 年全球半導體產業銷售金額將可望達 6,060 億美元的新高水準。基本上，當前全球半導體產業係由一整合的全球性供應鏈體系構成，包括美、中、東亞與歐洲地區業者均涉入其中，而美國目前在全球半導體供應鏈中具領導地位者，係以研發密集類項目為大宗，包括電子設計自動化（EDA）、核心智財（Core IP）、晶片設計與先進半導體製造設備等。惟在材料供應、晶圓製造以及組裝、封裝與測試上，中、韓、台等東亞地區則較具領先優勢地位。

進一步來看，美國半導體與先進封裝產業供應鏈主要存在風險與挑戰包括：（一）半導體設計需要高研發與資本支出、欠缺半導體技術勞工、設計後的晶圓製造仰賴東亞地區；（二）欠缺最先進之晶圓製造技術、非先進製程之記憶體與邏輯晶片製造過度依賴海外生產；過度依賴中國市場銷售；中國企圖爭奪半導體市場領導地位；欠缺大專程度以上年輕技術勞動力進入產業；興建先進製造晶圓廠需鉅額投資等；（三）半導體組裝、測試與封裝過度依賴海外產能；（四）先進封裝遭受來自中國威脅；欠缺發展先進封裝所需材料（例如印刷電路板）之製造產能；需要除國防外更大市場需求規模支撐本土先進封裝技術發展；（五）半導體原物料、化學

品與氣體等仍需依賴進口或海外複雜供應鏈供應；以及（六）半導體製造設備依賴海外銷售需求；中國對半導體製造設備的補貼扭曲市場等。

其次，自歐巴馬政府以降，主要可由產業政策與貿易利益、科技管制、確保供應鏈安全與未來科技主導權等主要因素，來觀察說明美國近期在半導體科技政策領域對中國採取不同程度的因應政策及措施。歸納而言，近年來美國對半導體科技政策係自歐巴馬政府執政後期開始出現重大變化，為因應中國積極扶植國內半導體產業、企圖大幅提高晶片自製率以及積極投資與併購美國半導體企業等挑戰，美國政府逐漸提高對中國科技戰略的警覺。迄川普政府時期，美中從貿易戰、科技戰、外交戰與軍事實力展示等，進行全面性的競爭。迄拜登政府上任，美國對中戰略競爭加劇格局雖未有根本改變，但在拜登政府特別著重以科技領域為主軸，改採「小院高牆」與「多邊結盟」的策略遂行科技抗中的政策路線下，美國與全球半導體產業亦可能面臨下列機會與挑戰面的主要可能影響，包括：

（一）機會面：1.美中科技對抗衍生各自之「去中化」與「去美化」半導體產業供應商機中，勢必有雙方各自屬意的半導體業者與供應鏈廠商，可能因此得以獲得新的發展機會；2.美國政府近期推動的各項半導體支持政策，已使海內外主要半導體業者先後宣布將赴美投資設立晶圓廠，有助於支持美國半導體供應鏈發展及創造當地就業機會。3.拜登政府強調「多邊結盟」，透過半導體產業合作加大與其盟友或思維相近的國家或業者進行策略合作，有助協調解決晶片供應短缺問題，並藉此提升美國半導體業國際競爭力與強化其半導體科技領導地位。4.美國重新盤點與評估關鍵產業部門之供應鏈，有助於思考供應商多元化、分散供應廠商地緣分布風險以及提供如何建立供應鏈風險調適能力的示範指引，有助於強化美國半導體供應鏈的韌性。

（二）挑戰面：1.過去半導體產業建立的全球生產分工體系，可能因為美中科技競爭與對抗加劇，必須面臨調整或重組衝擊；2.全球在美中科

技競爭與對抗下，將更加關注半導體產業的地緣政治風險，並在晶片供應短缺下，更為重視提升本國半導體自製率政策推動，導致半導體成本價格上漲與全球電子終端設備使用者的消費成本提高，為全球未來經濟成長帶來不利的變數；3.美中科技競爭持續加劇可能導致全球半導體產業營收下滑，並減損半導體業者支應龐大研發創新支出的能力，對半導體與其他相關產業創新帶來不利影響。4.中國可能因為美國科技抗中力度提高，升高反制措施與行動，為國外半導體業者帶來衝擊。

最後，針對未來美國對中半導體科技政策議題有下列幾項觀察重點，供未來相關研究參考：

（一）在產業政策與貿易利益方面，拜登政府推動的相關半導體支持政策與科技抗中法案，目前雖然已有參眾兩院各自研提通過的法案版本，但未來待國會兩院協商後正式送交拜登總統簽署的法案及其實際通過的預算規模和執行落實程度，將決定拜登政府在半導體產業領域推動科技抗中與強化美國半導體產業領導地位目標的成效。

（二）在科技管制方面，拜登政府延續過去川普政府對中進行科技管制路線，未來若進一步朝更加嚴謹與範圍擴大的方向發展，中方實際上將會採取何種反制措施，且將對美國及其他外國半導體業者產生何種具體衝擊，同時美國與外國半導體業者又將如何因應等課題，仍需視未來情況發展而定。

（三）在供應鏈安全方面，目前拜登政府已完成有關半導體與先進封裝產業的供應鏈評估報告，並提出各項具體政策建議，未來拜登政府是否具有足夠的預算及執行力加以落實。另外，包括日本、韓國、台灣與歐洲等主要半導體國家之政府與業者的配合及落實程度，亦將會影響美國拜登政府推動提升美國半導體供應鏈安全及韌性的成效。

（四）在未來科技主導權方面，根據美國國會的「美中經濟暨安全審查委員會」（U.S.-China Economic and Security Review Commission, USCC）的研究顯示，目前中國半導體企業技術仍落後國際主要競爭者一至兩代的

技術，同時也高度依賴國外半導體技術進行生產，但美國也深知中國在半導體組裝、先進封裝、關鍵原材料、光學電子等領域已具備國際競爭力，同時也積極以國家政策持續扶植自主核心技術與標準的發展。³³ 因此未來美國是否能持續維持其在半導體關鍵科技上的大幅領先地位，除須持續觀察美國結合國內外主要半導體盟國、業者與產學研發等利害關係行動者共同參與及執行目前協助支持美國半導體產業發展的政策成效外，也需觀察中國政府的扶植政策是否真能促成中國民間科技企業持續創新並繼續引領其數位經濟產業發展，以及在面臨來自美國科技反中的壓制下，中國科技業者是否能夠突破國際限制發展出真正自主的核心技術。³⁴

責任編輯：李欣樺

³³ Dan Lips, "Answering the China Chip Challenge: Recommendations for U.S. Semiconductor Industrial Policy in 2021," December 17, 2020, http://lincolnpolicy.org/wp-content/uploads/2020/12/AnsweringtheChinaChipChallenge_Paper.pdf; Saif M. Khan, Alexander Mann, Dahlia Peterson, "The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness," *CSET Issue Brief*, January 2021, pp. 11-12, <https://www.gwern.net/docs/cs/2021-khan.pdf>.

³⁴ Alex He, "China's Techno-Industrial Development: A Case Study of the Semiconductor Industry," *Centre for International Governance Innovation (CIGI) Papers No. 252*, May 2021, <https://www.cigionline.org/static/documents/documents/no.252%20web.pdf>.

