

2023 年中國大陸科技自主進度觀察評估

台灣經濟研究院研究九所所長

譚瑾瑜

2023.3.15

2022 年第四季中國大陸半導體產業受到美國於 2022 年 10 月發布多項管制措施影響，在人才、設備與技術都受到衝擊。美國公司科磊 (KLA Corp)、科林研發 (Lam Research)、應用材料 (Applied Materials) 收到美國商務部來函，要求禁止出口生產 14 奈米以下先進半導體設備給中國大陸，2022 年 8 月 31 日進一步限制輝達 (NVIDIA)、超微 (AMD) 向中國大陸出口高性能計算的高端圖形處理器和人工智慧 (AI) 晶片。雖然美國政府將給予 NVIDIA 一年緩衝期，而 AMD 是否獲得緩衝期仍未確認，但此舉將進一步限制中國大陸研發及製造新一代晶片，對於中國大陸進口相關產品亦造成阻礙。在既有技術不足、設備取得愈趨困難等諸多不利因素持續之下，中國大陸半導體產業將面對更加嚴峻之挑戰。以下針對中國大陸半導體產業情形進行分析。

一、中國大陸 2022 年第四季製造與進口狀況

2022 年中國大陸生產 3,241.9 億個晶片，較 2021 年生產 3,594.3 億個晶片減少約 352.4 億個。事實上，中國大陸自 2022 年 3 月起晶片生產量便持續衰退，自 2022 年 3 月較上年同期衰退 2.7%，逐步擴大至 2022 年 12 月衰退 9.8% (圖 1)。

晶片產量的縮減亦表現在中國大陸主要晶片製造省市第四季之相關數據之中。江蘇省為中國大陸最主要晶片生產地，2022 年第四季為衰退幅度最大地區，跌幅達 28.9%，另上海同期間亦衰退 25%，此外，甘肅、浙江、四川等省市晶片生產量跌幅亦在 17% 至 20% 之間，主要晶片生產地區產量大幅衰退衝擊中國大陸整體生產

量。惟廣東呈現逆勢成長趨勢，2022年第四季晶片生產量達148.7億個，較上年同期大幅成長16.9%。(圖2)。

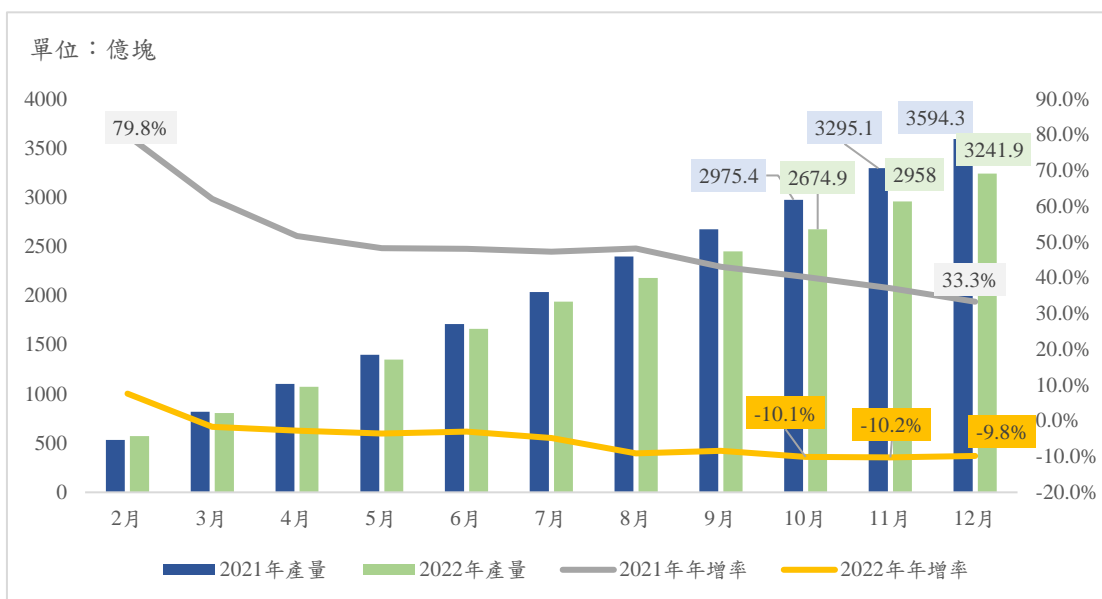


圖1 中國大陸積體電路生產量累計值與成長率

資料來源：中國大陸國家統計局。

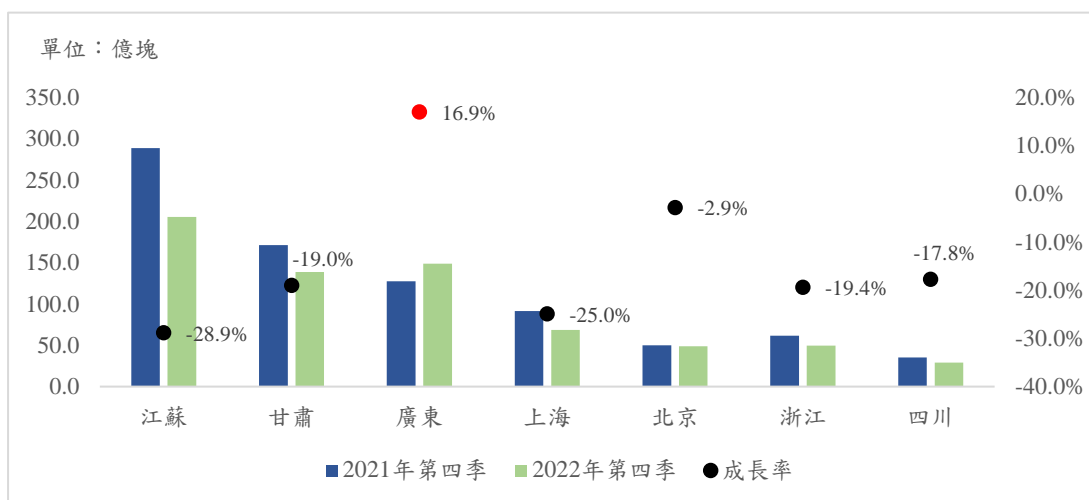


圖2 中國大陸2021年及2022年第四季各省晶片產量

資料來源：中國大陸國家統計局。

晶片進口方面，2022年中國大陸晶片總進口量為5,384億個，較2021年進口6,354.8億個衰退15.3%，2022年第四季中國大陸積體電路進口數量，2022年10至12月較上年同期依序衰退14.4%、15.3%、15.3%。(圖3)。

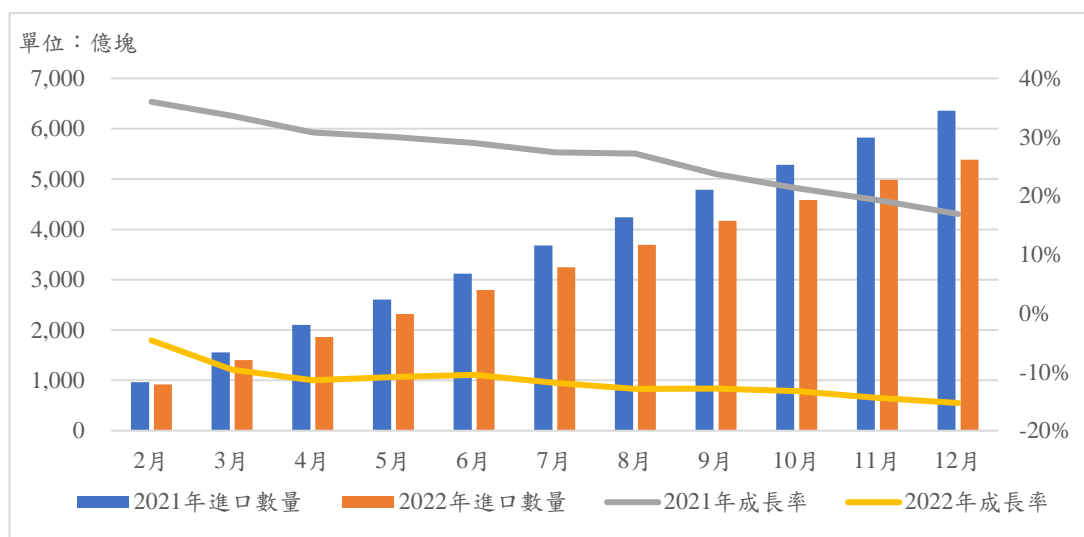


圖 3 中國大陸 2021 至 2022 年積體電路進口數量與成長率累計值

資料來源：中國大陸海關總署。

2022年10月美國發佈多重禁令後，14/16奈米以下的邏輯IC、18奈米以下DRAM晶片、128層以上的NAND晶片、相關半導體製造設備等產品出口到中國大陸都受到限制，因而中國大陸半導體設備自2022年10月起，進口連續三個月大幅呈現衰退情形，其中2022年12月半導體設備進口金額減少至16.7億美元，較上年同期大幅衰退43%（圖4）。

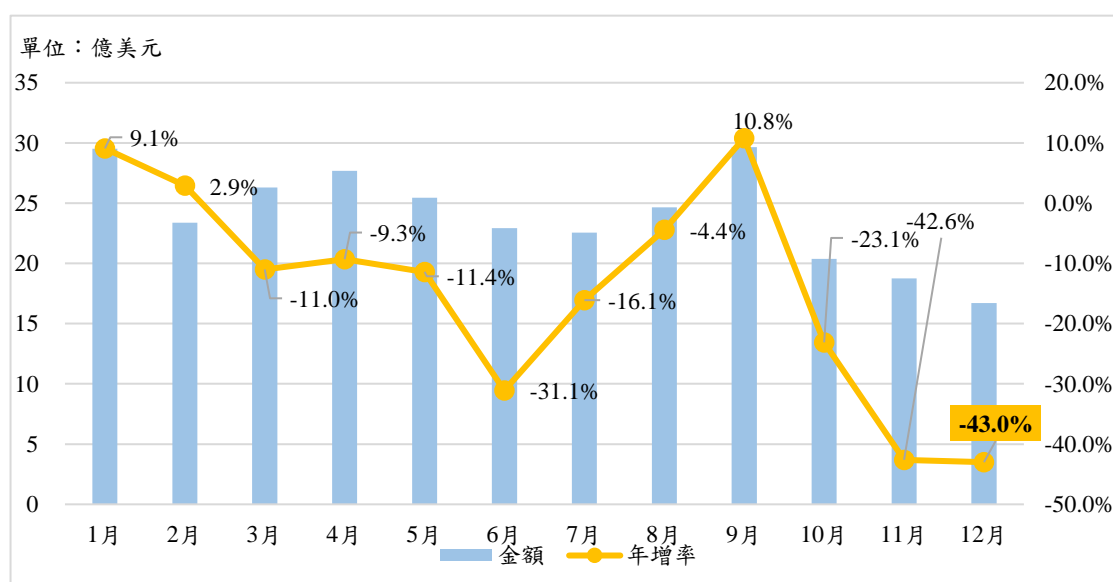


圖 4 2022 年中國大陸自境外進口半導體設備情形

資料來源：中國大陸海關總署。

二、 中國大陸 2022 年第四季半導體出口情形

2022 年中國大陸晶片出口金額為 1,539.2 億美元，僅較上年同期成長 0.1%(圖 5)，同期間中國大陸出口 2,734 億個晶片，相比 2021 年的 3,107 億個則減少 373 億個(圖 6)，2022 年以來持續下滑的晶片出口數量，在第四季進一步下滑，2022 年 12 月晶片出口數量已經衰退 12%，加以出口金額成長疲軟情勢，中國大陸晶片出口情況恐不樂觀。

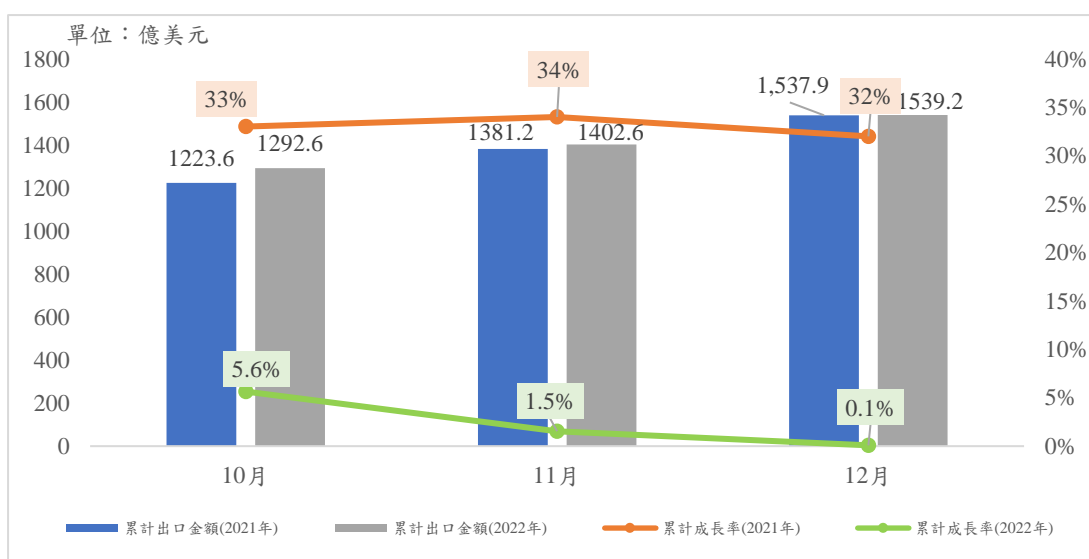


圖 5 2022 年第四季中國大陸積體電路累計出口金額及其成長率

資料來源：中國大陸海關總署。

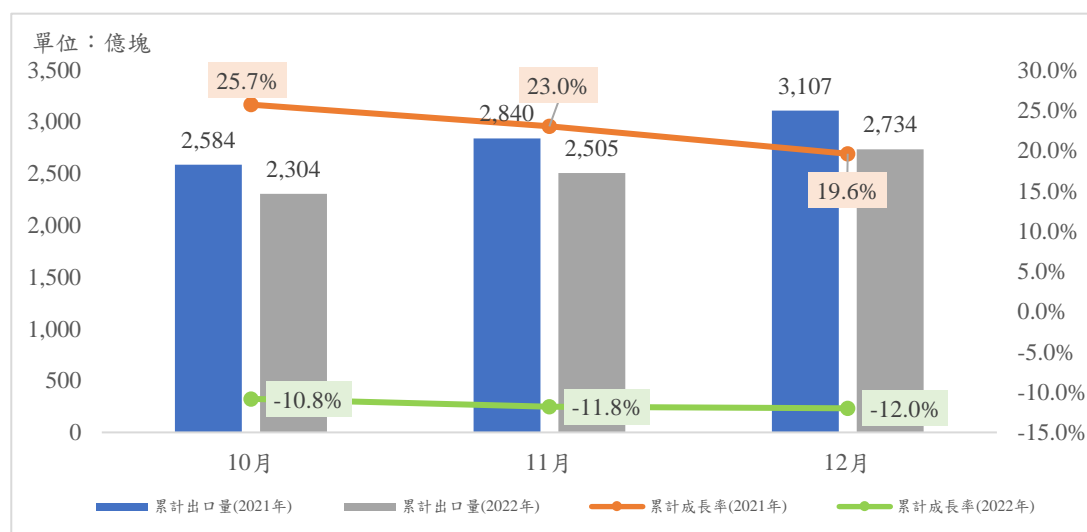


圖 6 2022 年第四季中國大陸積體電路累計出口量及其成長率

資料來源：中國大陸海關總署。

三、中國大陸主要晶圓代工企業營運概況：中芯國際、華虹集團

中芯國際在 2022 年第四季營收達到 16.21 億美元，雖較上年同期成長 2.6%，但與 2022 年第三季 19.07 億美元相比，衰退 15%。2022 下半年起中芯國際已經預告部分需求急凍，特別在消費性電子相關產品如手機與 PC 應用需求大幅衰退下，預告 2022 年第四季營收將減少 13%至 15%，第四季財報訊息進一步印證此一訊息。

中芯國際 2022 年第四季淨利為 3.86 億美元，較上年同期的 5.34 億美元大幅衰退 27.8%，毛利率亦從上年同期成長 35.0%，轉而大幅衰退 32.0%(表 1)。展望 2023 年，中芯國際表示 2023 年上半年行業週期尚在底部，外部不確定因素依然複雜且具不確定性，因而預估 2023 年第一季營收下降 10%到 12%之間，同期間毛利率降幅則預計在 19%至 21%之間。

另華虹集團 2022 年第四季營收達 6.3 億美元，較 2021 年成長 19.3%，同期間毛利率達 38.2%，較 2021 年的 29.3%相比亦呈現大幅成長趨勢；2022 年第四季淨利達 1.59 億美元，成長率為 19.2%。華虹集團表示未來將保持 8 吋平臺持續優化、12 吋平臺技術升級及產能擴張的策略。目前華虹集團 12 英吋第一階段擴產已全面完成，2022 年全年以 6.5 萬片月產能持續運行，第二階段擴產設備亦已全部到位，2023 年內將陸續擴大月產能至 9.5 萬片，同時將適時啟動新廠建設，計畫把差異化特色工藝朝向更先進節點推進。

表 1 中芯國際與華虹集團財務表現

	中芯國際		華虹集團	
	2022Q4	2021Q4	2022Q4	2021Q4
營收金額 (成長率)	16.21 億美元 (2.6%)	15.80 億美元 (61.1%)	6.30 億美元 (19.3%)	5.28 億美元 (88.6%)
毛利率	32.0%	35.0%	38.2%	29.3%
淨利金額 (成長率)	3.86 億美元 (-27.8%)	5.34 億美元 (107.7%)	1.59 億美元 (19.2%)	0.84 億美元 (92.9%)

資料來源：中芯國際、華虹集團財務報告。

在接受政府補貼與研發費用、資本支出上的變化方面，中芯國際 2022 年第四季獲得的政府補助約為 0.49 億美元，與上年同期相比大幅衰退 61.1%，政府補助占淨利比重較上年同期亦減少 10.9 個百分點。此外，中芯國際 2022 年第四季研發金額為 1.97 億美元，較上年同期微幅上升，資本支出則達 19.87 億美元，較上年同期下降 1.5%(表 2)。

表 2 中芯國際接受政府補助與支出情況

單位:億美元

中芯國際	2022Q4	2021Q4
政府補助	0.49	1.26
政府補助占淨利比重	12.7%	23.6%
研發費用	1.97	1.72
資本支出	19.87	21.30

資料來源：中芯國際財務報告（2022 年第四季）。

在銷售地區分布方面，中芯國際在 2020 年底失去來自華為海思的訂單後，對中國大陸本土的銷售有所下降，但近來已逐步回升，並維持中國大陸本土占比近 7 成左右；另對北美地區的銷售情形則有所成長，2022 年第四季增加至 25.3%，歐亞地區銷售占比則下滑至 5.6%(圖 7)。另華虹集團銷售分布則以國內市場占七成為大宗，對北美、歐洲與日本市場之銷售，均較上年同期微幅上升(圖 8)。

從製程節點觀察，中芯國際自 2022 年第一季開始已不再對外公布各製程節點的營收占比，改以晶圓尺寸為主。外界對此普遍認為這是為了避免遭到美國進一步對其進口半導體製程設備的打擊所做的調整，隱藏未來包括先進製程在內的銷售狀況，也因此未來公布的數據參考性已大幅降低。然而在 2022 年第四季 8 吋晶圓收入占比有所提升(圖 9)，可能反應在較先進的 12 吋晶圓產線，在美國斷供半導體設備與材料後，生產產品技術不足以支持中國大陸國內需求，

轉以 8 吋晶圓產品填補收入空缺所致，另 2022 年第四季研發開支增加亦可予以印證。

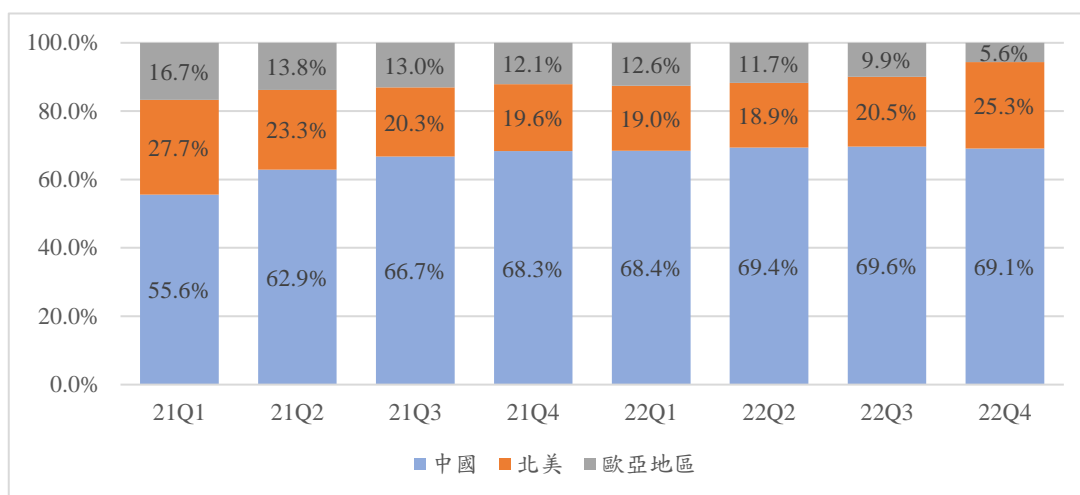


圖 7 中芯國際銷售地區分布

資料來源：中芯國際財務報告。

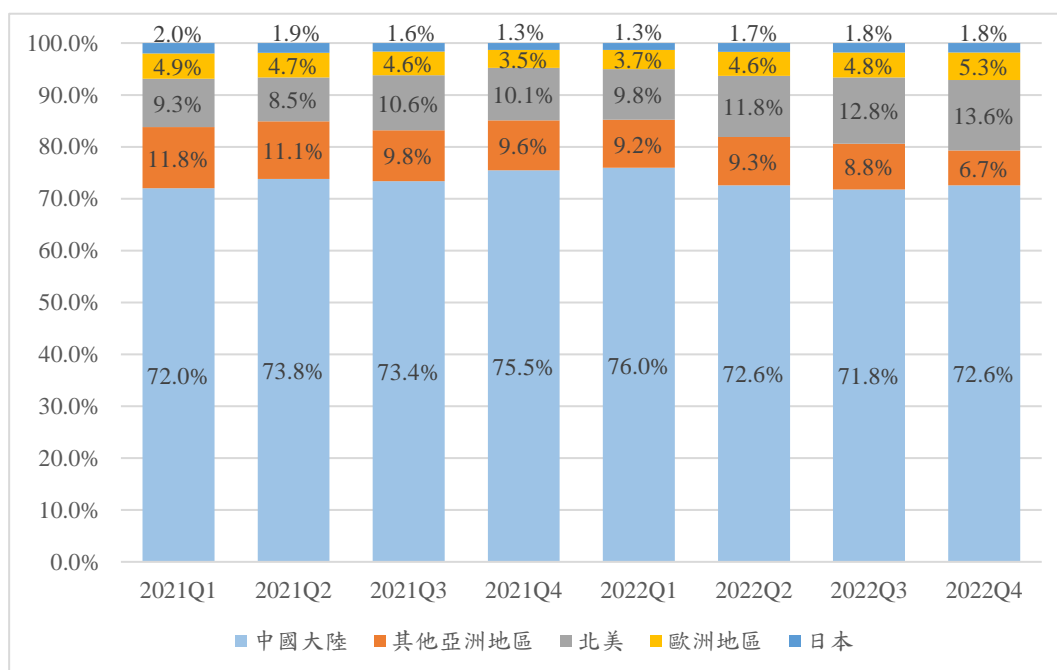


圖 8 華虹集團銷售地區分布

資料來源：華虹集團財務報告。

華虹集團 2022 年第四季製程節點占比最大的仍屬 0.35 微米 (μm) 及以上製程，達 41.2%，主要得益於絕緣柵雙極晶體管 (IGBT) 及超級結 MOSFET (SJ-MOS) 的需求增加。最先進製程之 55

奈米 (nm) 與 65 奈米 (nm) 則較上年同期下降 4.7%，主因邏輯及 CIS 產品的需求減少；90 奈米 (nm) 與 95 奈米 (nm) 占比則較上年同期微幅上升 0.2%，主要得益於智慧卡晶片及 MCU 產品的需求增加(圖 10)。雖然華虹集團製程節點較為落後，但產線佈局廣泛，其所鑽研的技術領域包括功率半導體、電源管理等，性質與中芯國際有所差異，就 2022 年第四季製程節點占比可發現，華虹集團成熟製程占比有不減反增的趨勢，未來是否全力朝向成熟製程多元化產品供應，而放緩先進製程研發的推進，值得持續關注。

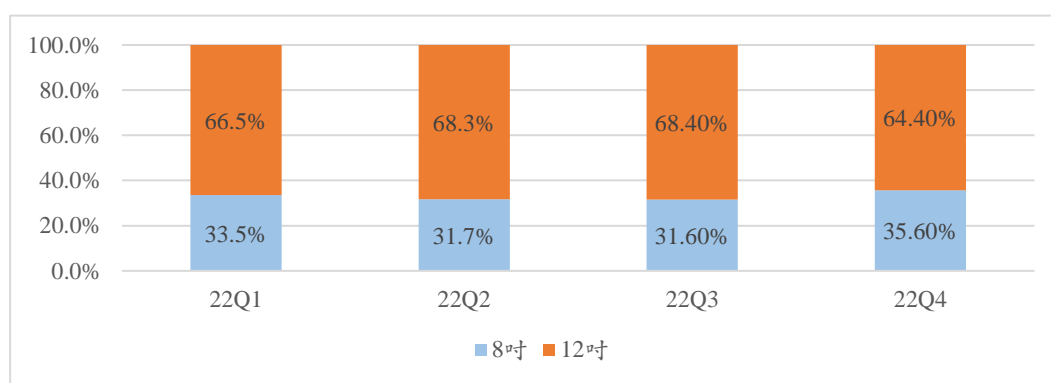


圖 9 中芯國際製程節點

資料來源：中芯國際財務報告。

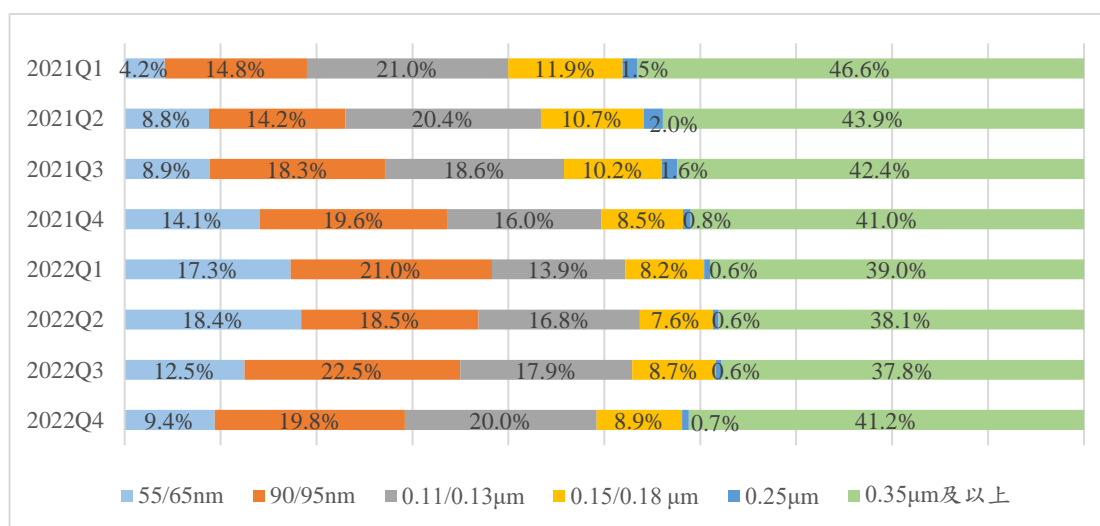


圖 10 華虹集團製程節點

資料來源：華虹集團財務報告。

從應用領域觀察，中芯國際自 2021 年以來在智慧型手機的晶片銷售比重逐漸萎縮，雖在 2022 年第四季微幅上升至 28.6%，但與上

年同期相比仍然下降 2.6%。近年在手機晶片效能要求不斷提升，在手機晶片製造工藝方面，中芯國際尚難與台積電與聯電匹敵，致使中國大陸智慧型手機品牌仍多向台積電與聯電拉貨，以滿足他們的需求。中芯國際在智慧型家電、消費型電子上的銷售較上一季相比，依序下降 4.1%及 1.7%，而其他項目銷售比重則在 2021 年第三季後超越智慧型手機銷售占比，成為中芯國際應用領域中占比最高的項目，且有持續增加之趨勢，2022 年第四季已達 39.0%(圖 11)。

華虹集團則仍以消費性電子市場為主，其銷售占比長期占六成以上，惟 2022 年第四季較前一季相比下降 2.8%；華虹集團亦布局工業與車用電子市場，2022 年第四季較前季成長 3.3%，同期間通訊領域項目則呈現下滑趨勢(圖 12)。

綜上所述，由於中芯國際與華虹集團當前均有高度依賴中國大陸本土市場以及消費型電子市場之情形，在 2022 年下半年全球通膨、對未來全球經濟前景不樂觀、封控解封情況未明等因素影響下，造成中國大陸消費需求動能減弱，故兩家企業皆在消費性電子項目銷售上呈現微幅下滑的趨勢。

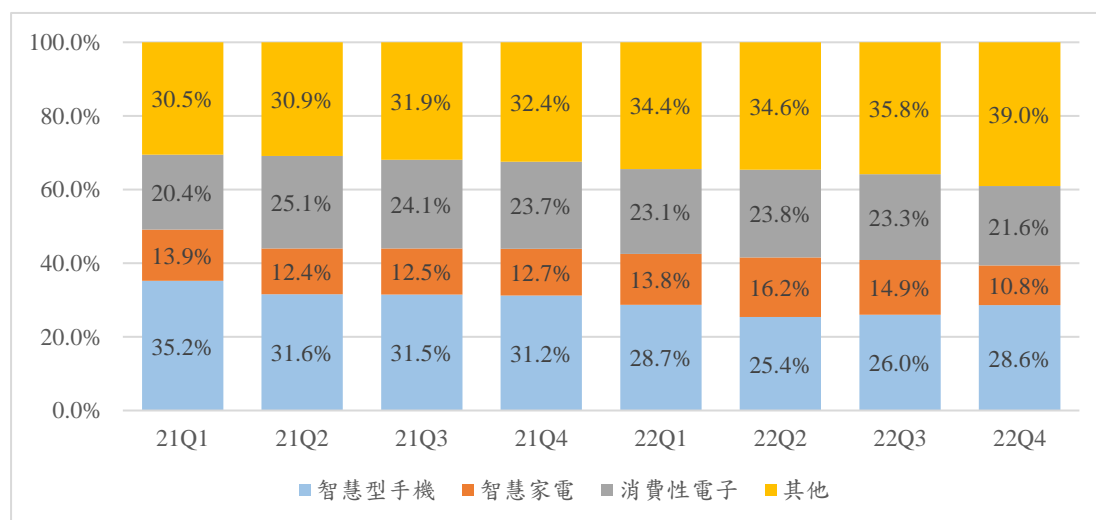


圖 11 中芯國際應用領域

資料來源：中芯國際財務報告。

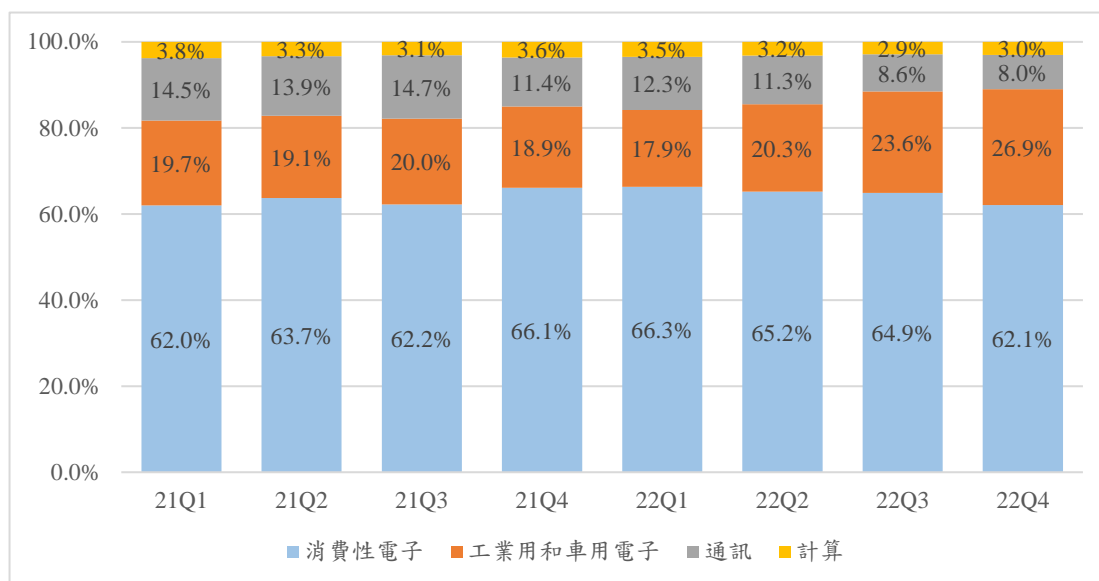


圖 12 華虹集團應用領域

資料來源：華虹集團財務報告。

四、 專題研析：美國禁令影響下的中國大陸記憶體代表企業長江存儲(YMTC)

2016年7月長江存儲由紫光集團、中國大陸國家集成電路產業投資基金（大基金）等機構投資成立，為中國大陸迄今最成功的記憶體晶片製造廠之一。至2021年，長江存儲已是全球第六大 NAND 快閃記憶體業者，市占率近 5%，僅次於三星、SK 海力士、鎧俠、威騰電子、美光。在積極擴產下，長江存儲 2022 年市占率預估將提升至 10%，並於 2025 年有望挑戰 15%。

然而據研調機構 TrendForce 於 2022 年 11 月調查顯示，2022 年第三季全球 NAND 快閃記憶體營收季減 24.3%，由於供過於求，第四季可能進一步下滑，產業營收季減約 20%，在大環境愈趨不樂觀之下，長江存儲刻正面臨美國禁令之衝擊。

原先市場傳出蘋果公司最新 iPhone14 手機可能採用較為低價的長江存儲記憶體，若成局，這將是中系記憶體廠商首度打入 iPhone 手機供應鏈之舉，然而消息傳出後引發美國官員高度關注，認為使用中國大陸政府持股比例超過兩成的長江存儲所生產的產品，將在無形中產生安全破口，因而受到美國參議員警告，認為蘋果若使用

中國長江存儲的記憶體晶片，可能面臨嚴厲審查。儘管蘋果聲明，使用長江存儲晶片的 iPhone 手機僅會在中國大陸市場進行銷售，而銷往中國大陸以外地區的手機中，並無考慮使用長江存儲的晶片。然而，美國於 2022 年 10 月 7 日公布一系列晶片新禁令，並將長江存儲列入「未核實清單」(Unverified List)，導致蘋果最終決定暫緩使用長江存儲晶片。¹

美國商務部於 2022 年 12 月 15 日，進一步將長江存儲等 36 家企業與機構列入「實體清單」(Entity List)，此舉將使得長江存儲日後難以購得美國設備商技術支援及設備零件，大幅限制位元成長可能性，並可能導致長江存儲在 2024 年後，淡出 3D NAND 快閃記憶體市場。在失去設備商支援下，長江存儲 Xtacking 3.0 架構中的 128L 及 232L 生產良率，將受到極大挑戰，因而長江存儲的 2023 年 NAND Flash 供給位元供給量再度下修，自原預估位元供給年成長 60%，下修至年增 18%，並在考量列入實體清單影響之後，再度大幅下修至年衰退 7%。

長江存儲被列入實體清單後，除了產出受到衝擊之外，非中系客戶對於採用長江存儲技術的態度已轉趨保守，目前美系智慧型手機客戶已暫緩採購該公司 NAND Flash 產品；同時，原已在進行長江存儲「消費級固態硬碟」(Client SSD) 產品驗證的電腦代工廠，亦暫停導入。

在記憶體市況低迷、價格崩跌之餘，長江存儲同時承受美方制裁壓力，致使業務重挫。長江存儲近來大幅削減生產設備訂單，並進而波及中國大陸本土廠商，如半導體設備商華創科技就被砍了約七成訂單；除了削減設備採購，長江存儲決定裁員 10%，其在武漢第二座晶圓廠建廠計畫亦確定推遲。

¹2022/10，〈禁令嚴 蘋果捨長江存儲晶片〉，Yahoo!新聞，<https://reurl.cc/eXEGKM>，查閱時間：2023/02/22。

展望未來，2024年後其他 NAND Flash 原廠主流 3D 製程普遍將邁入 2XXL 世代，甚至有機會量產近 300L NAND Flash 產品，長江存儲將因製程停滯逐漸失去成本競爭力，市占率將持續萎縮。因而當前長江存儲除了持續向美國爭取自實體清單移除之外，長江存儲後續不排除有退回生產 2D NAND，抑或轉型為成熟製程邏輯 IC 供應商等可能性。²

五、綜合評析

中國大陸傾注大量資金扶植半導體廠商的作為，近期似有重新檢視之趨勢。原 2022 年年底提及中國大陸正在擬定一項超過一兆人民幣(約 1,430 億美元)的支持計畫，主要用於補貼中國大陸半導體製造廠或工廠購買自主生產的半導體設備，然而 2023 年 1 月則傳出可能暫緩此項計畫，原因包括大基金投資成效不彰、半導體高層疑似貪污之舉、中芯國際與長江存儲陸續遭到美國制裁等因素影響，導致補助與否的看法分歧，並有考慮放棄過往大規模資金挹注的方式，而轉以壓低物料成本等可行替代方案，扶植半導體相關產業發展之說法。惟各地擴廠與投資計劃仍持續進行，如廣東省廣州市 2022 年第四季啟動「增芯專案」，預計投資 70 億人民幣(約新台幣 312 億元)，建設月產能 2 萬片 12 吋晶圓製造量產線，未來新設廠房是否仍有大筆資金補助以鼓勵科技自主，仍待觀察。

展望未來，中國大陸仍將受制於晶片製造設備難以取得之窘境。2023 年年初，美國已與日本、荷蘭談妥協議，未來兩國將跟進美國對中國大陸進行出口管制措施，其中荷蘭微影設備提供商艾司摩爾 (ASML Holding NV) 已同意將深紫外光刻機 (DUV) 一同納入管制；而日本 Nikon 和東京威力科創 (Tokyo Electron Ltd) 等亦將跟進晶片

² 資料1：TrendForce，2022/12/16，〈TrendForce：YMTC 正式被列入實體清單，2024年後恐將淡出3D NAND 市場〉，<https://www.trendforce.com.tw/presscenter/news/20221216-11502.html>。

資料2：李孟珊，2022/02/14，〈長江存儲裁員、延後建廠 有利台廠相關族群〉，Yahoo!新聞，<https://reurl.cc/GemNqp>。查閱時間：2022/02/22。

製造設備管制行列，無疑對中國大陸半導體產業造成嚴重打擊。在國產晶片製造設備技術不足、海外設備難以取得的情況下，如火如荼的擴廠計畫可能面臨空有廠房而無生產機具的窘境，導致量產進度一再推遲。

基於此，中國大陸兩會期間提出「國務院機構改革方案」，將科技創新視為國家現代化的重要核心，並強化科技自主，在改組科技部的同時，特別成立「中央科技委員會」，藉以強化中共對於科技工作的集中統一領導。可以預期「中央科技委員會」在科技自主之相關資金分配及政策方向上，會扮演舉足輕重的地位，亦為後續觀察科技自主政策之重要參考。