

2022 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

2022.12.15

2022 年第三季全球半導體產業步入景氣不振，中國大陸亦不例外。首先，庫存去化進度愈趨緩慢，多數業者評估去化時間將再往後遞延；其次，全球疫情、通膨問題、俄烏戰事紛擾仍未見止息，消費性電子買氣持續受到波及，進一步影響其需求，因而各家業者於第三季財報紛紛下修。晶圓代工業者也坦言，受到下游持續進行庫存調整，產能稼動率上出現鬆動，短期內仍將呈現下滑趨勢，另部分 IC 封測供應鏈陸續傳出鼓勵員工正常放假、減少加班甚或無薪假等情事，反映半導體產業景氣低迷之事實。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 年第三季國內製造與進口狀況

在美國進一步擴大對中國大陸晶片及設備出口限制，以及預期全球經濟不樂觀引發半導體庫存去化進度減緩衝擊下，中國大陸 2022 年第三季晶片製造量能更加萎靡不振。截至 2022 年 9 月為止，中國大陸生產 2,450.1 億個晶片，較去年同期累計生產量之 2674.8 億個相比，減少約 224.7 億個，事實上，2022 年自 3 月起晶片生產量均不如去年同期生產量，自 2022 年 2 月中國大陸晶片生產量呈現負成長趨勢，2022 年 9 月更進一步較去年同期衰退 10.8%（圖 1）。

晶片產量的縮減也體現在中國大陸主要晶片製造省市第三季度數據上。在面臨 2022 年第三季傳統旺季不旺、中國大陸國內維持清零封控政策的影響下，中國大陸各省市晶片產量明顯下跌，在晶片產量最高的江蘇省，其跌幅高達 30%；其次產量位居二、三位的甘肅省及廣東省亦依序下跌 16.7% 及 24%；而四川省更受到 8 月限電影響，跌幅高達 53.4%（圖 2）。

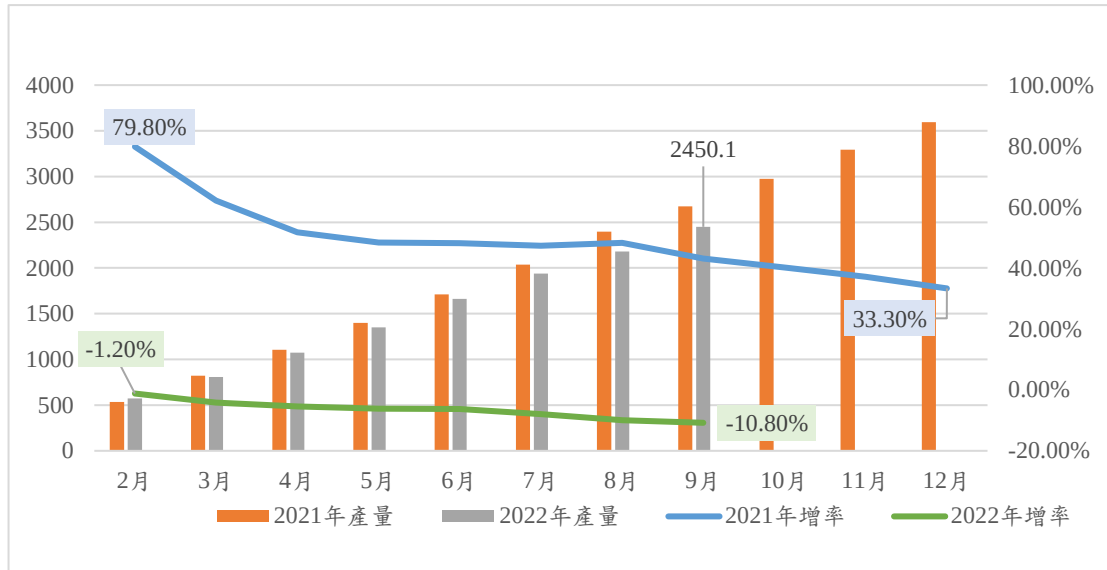


圖 1 中國大陸積體電路生產量累計值與成長率

資料來源：中國大陸國家統計局。

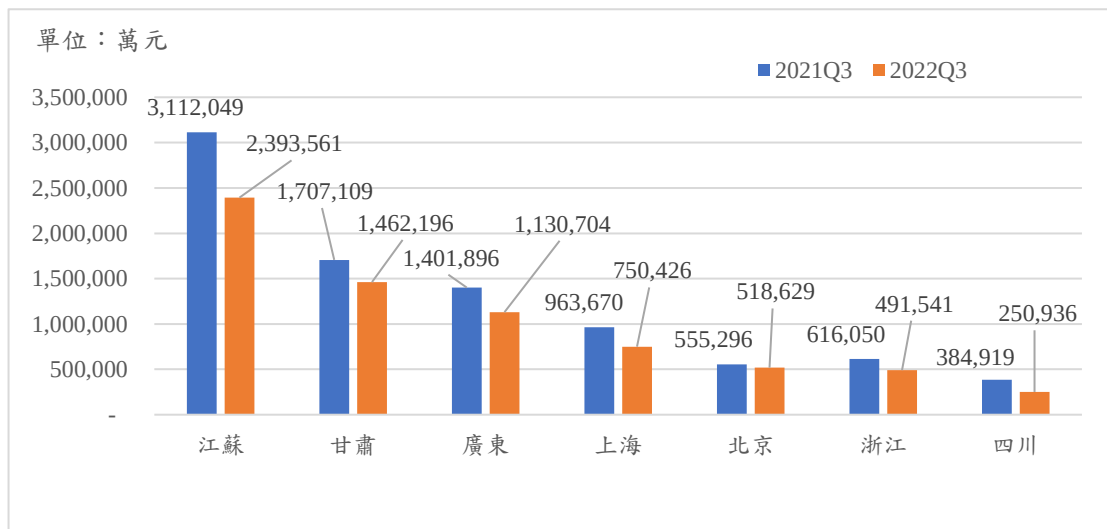


圖 2 中國大陸 2021 年及 2022 年第三季各省晶片產量

資料來源：中國大陸國家統計局。

晶片進口方面，2021 年中國大陸晶片總進口量為 6,354.8 億個，累計至 2021 年 12 月晶片生產量為 3,594 億個，顯示中國大陸的國內半導體生產技術及量能不足，才會自境外大量進口積體電路以因應國內需求。

2022 年第三季中國大陸在積體電路的進口情形，7 月成長率較去年同期衰退 11.84%，9 月更進一步衰退 12.82%，主要係因美國對中實施一系列的晶片制裁之故。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。

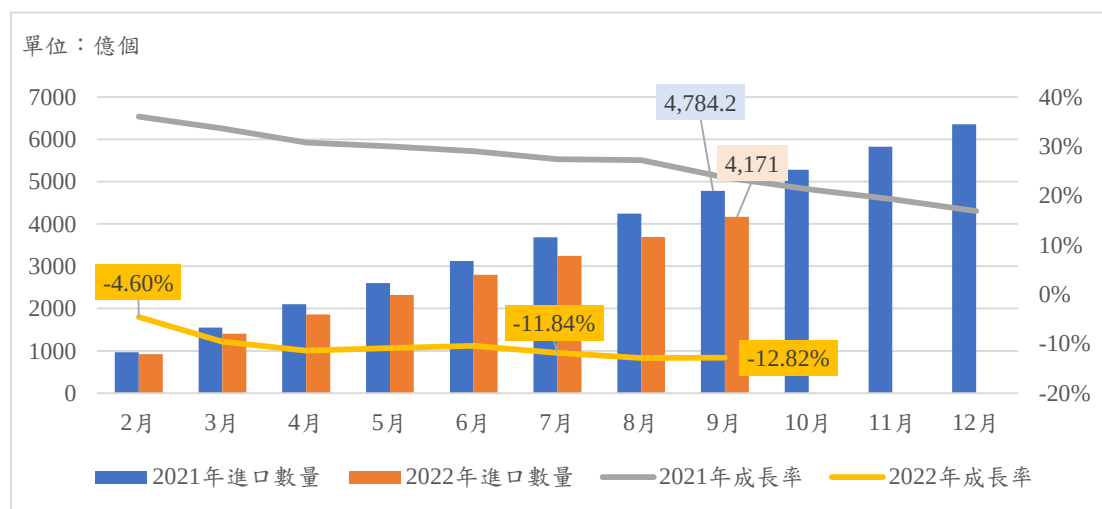


圖 3 中國大陸 2021 至 2022 年積體電路進口數量與成長率累計值

資料來源：中國大陸海關總署。

二、 中國大陸 2022 年上半年半導體出口情形

2022 年第三季中國大陸在積體電路的出口數量較去年同期呈現衰退情形，截至 2022 年 9 月中國大陸出口 2,097 億個晶片，相比去年同期累計之 2,330 億個減少 233 億個，同時，自 2022 年以來便持續萎靡不振的晶片出口成長率，在第三季進一步下滑，截至 9 月止已經呈現衰退 10 個百分點。

出口金額部分，截至 2022 年 9 月中國大陸出口晶片金額為 1,161.2 億美元，雖較去年同期累計金額為高，但在其成長率則在第三季呈現趨緩情況，2022 年 7 月中國大陸晶片累計出口成長率仍有雙位數水準，但到了 9 月則下滑 6.2 個百分點至 7.3%。

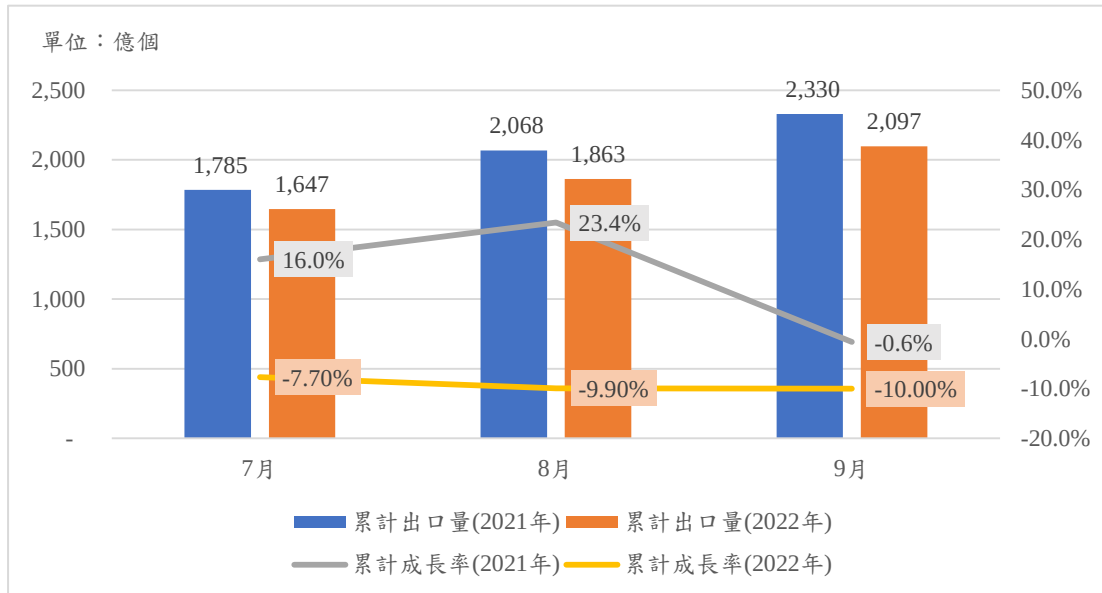


圖 4 2022 年第三季中國大陸積體電路出口數量及成長率累計值

資料來源：中國大陸海關總署。

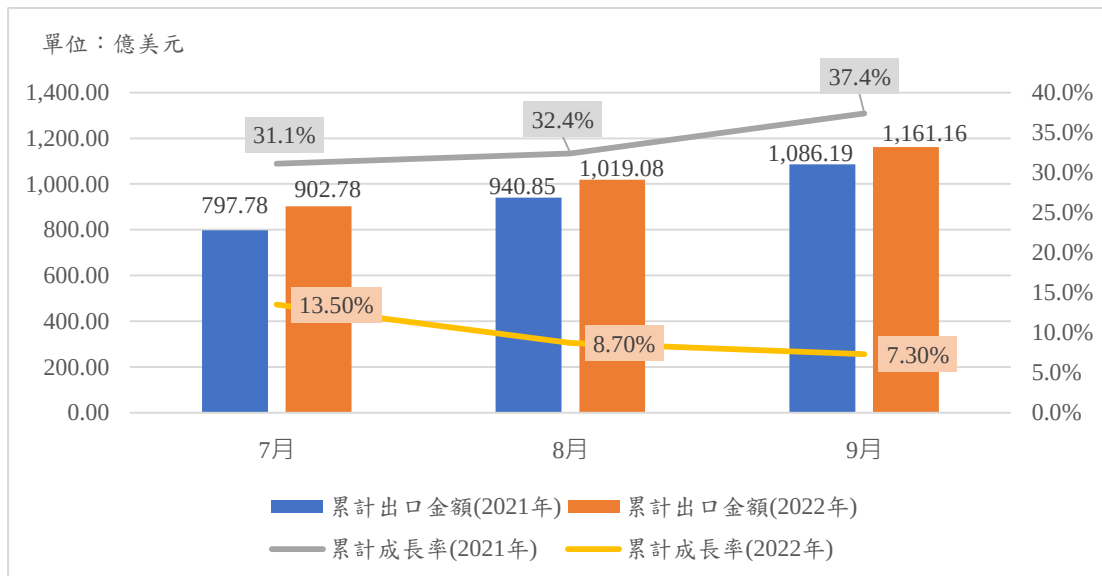


圖 5 2022 年第三季中國大陸積體電路出口金額及成長率累計值

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 年第三季營收達到 19.07 億美元，同期成長 34.7%，但相較 2021 年第三季之 30.7%略為下降，淨利為 4.71 億美元，與去年同期 3.21 億美元相比，大幅成長 46.5%，毛利率從去年同期的 30.1%，提升至 39.4%；而華虹集團 2022 年第三季營收則達 6.3 億美元，與 2021 年相比同期成長 39.5%，毛利率為 37.2%，與去年 27.1%相比亦大幅成長，第三季淨利為 1.03 億美元，成長率高達 104.5%，雖未如 2021 年同期成長率 187.5%來得高，但仍擁有成長一倍的佳績。

中芯國際表示，雖然整體出貨量略有下降，但平均銷售單價因產品組合優化小幅上升，故收入和上季度持平。另因外需疲軟，內部部分工廠進行歲修等因素，致使 2022 年第三季度毛利率與 2021 年同期相比下降 0.5 個百分點。另華虹集團則表示公司各大特色工藝平臺的市場需求持續飽滿，尤其是非揮發性記憶體和功率器件，且 8 吋和 12 吋晶圓廠均保持滿載運營，因而能夠於 2022 年第三季提交亮眼成績單。

表 1 中芯國際與華虹集團財務表現

(億美元)	中芯國際		華虹集團	
	2022Q3	2021Q3	2022Q3	2021Q3
營收/成長率	19.07/34.7%	14.15/30.7%	6.30/39.5%	4.52/78.5%
毛利率	38.9%	33.1%	37.2%	27.1%
淨利/成長率	4.71/46.5%	3.21/25.3%	1.03/104.5%	0.51/187.1%

資料來源：中芯國際、華虹集團財務報告。

另外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 年第三季獲得的政府補助約為 0.94 億美元，與去年同期成長 9.6%，而因淨利較去年同期之 3.21 億美元大幅成長 46.5%，使政府補助占淨利比重較去年同期下降 6.5 個百分點，為 20.0%。中芯國際研發金額為 1.83 億美元，與去年同期微幅上升，資本支出則達 18.22 億美元，與 2022 年第二季之 10.81 億美元相比，增加 40.67%，全年資本支出計畫從 50 億美元上調為 66 億美元，主要是為了支付長交期設備提前下單的預付款。

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	2022Q3	2021Q3
政府補助	0.94	0.85
政府補助占淨利比重	20.0%	26.5%
研發費用	1.83	1.67
資本支出	18.22	10.81

資料來源：中芯國際財務報告（2022 年第三季）。

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，但已逐步回升，並維持中國大陸本土占比近 7 成左右。另北美地區的銷售則在 2022 年第三季一反過去幾季占比持續下降的趨勢，微幅增加 1.6%；同期間歐亞地區銷售占比則下降至 9.9%（圖 6）。華虹集團雖然仍以國內市場為大宗，達 71.8%，但其銷售占比較去年同期下降 1.6%，同時在亞洲地區的銷售占比亦有所下降，反而在北美、歐洲、日本市場的部分，均較去年同期占比有微幅上升趨勢（圖 7）。

【海基會委託專題報告】

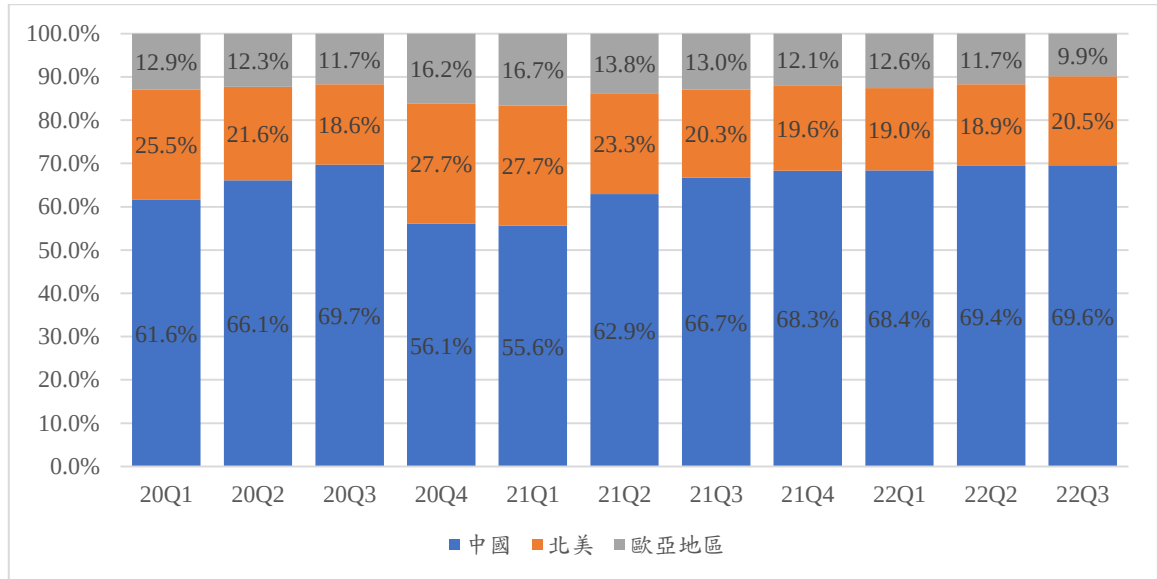


圖 6 中芯國際銷售地區分布

資料來源：中芯國際財務報告。

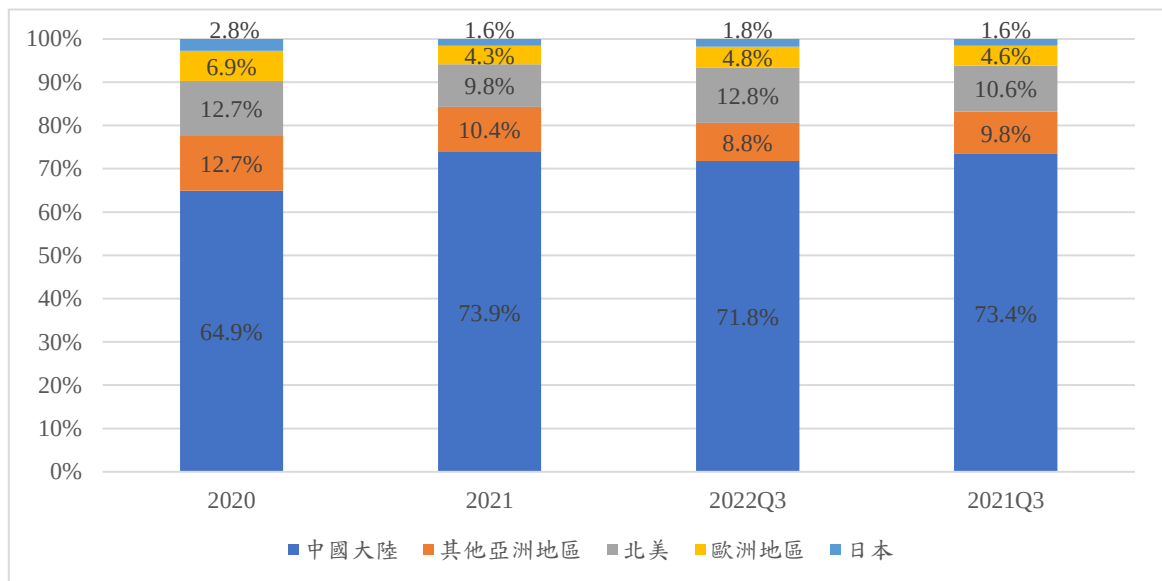


圖 7 華虹集團銷售地區分布

資料來源：華虹集團財務報告。

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佈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，但我們仍可以從晶圓尺寸看出，中芯國際正在擴大其 12 吋晶圓的業務範圍，較去年同期增加 3.3%，預計未來仍將持續提高占比。

華虹集團 2022 年第三季製程節點占比最大的仍屬 0.35 微米 (μm) 及以上製程，為 37.8%，但若與 2020 年占比 48% 相比已明顯下降。最先進製程之 55 奈米 (nm) 與 65 奈米 (nm) 較去年同期成長 3.6%；90 奈米 (nm) 與 95 奈米 (nm) 佔比也有逐年上升的趨勢，與去年同期相比上升 4.2%。華虹集團表示，55 奈米 (nm) 與 65 奈米 (nm) 銷售成長主要得益於 NOR Flash、邏輯及 MCU 產品的需求增加，90 奈米 (nm) 與 95 奈米 (nm) 的成長則得益於其他電源管理、智慧卡芯片及 MCU 的需求增加。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也包括功率半導體、電源管理等，性質與中芯國際有所差異，未來觀察重點在於是否能在 28 奈米 (nm) 節點上有所突破。展望未來，由於未來兩年國際上將有大量成熟製程產能陸續投產，包括台積電在內也正在擴建 28 奈米 (nm) 產能，因此中國大陸半導體龍頭的發展恐仍要面對國際上的競爭。

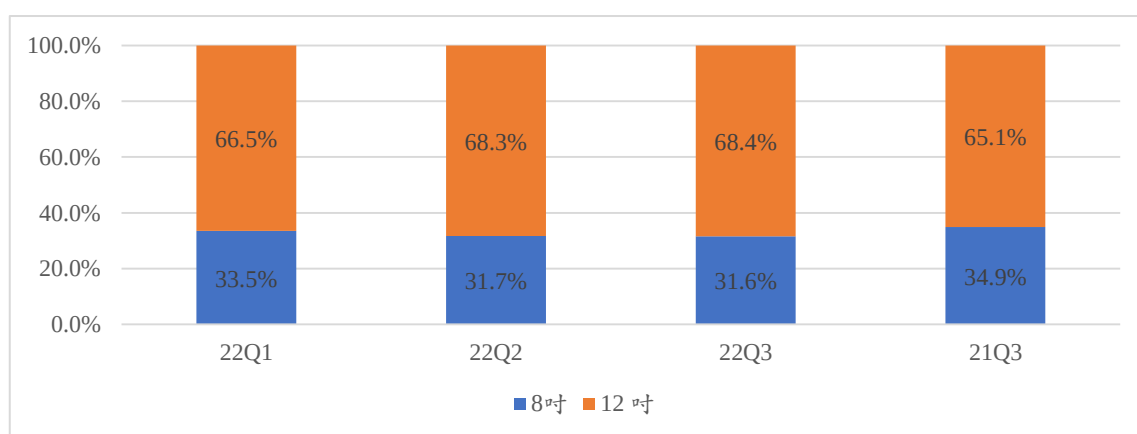
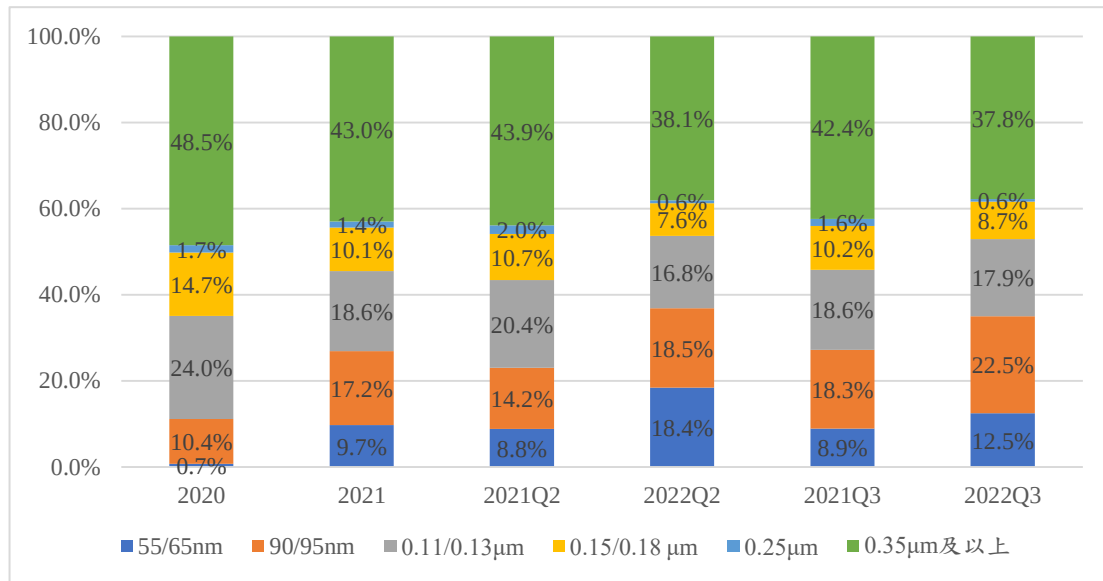


圖 8 中芯國際製程節點

資料來源：中芯國際財務報告。

圖 9 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，2022 年第二季為 25.4%，雖在第三季微幅上升至 26.0%，但與去年同期相比仍然下降 5.5%，反映出了中芯國際的手機晶片製程競爭力可能正在下降。因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，中芯國際仍難以與我國台積電與聯電匹敵，致使中國大陸智慧型手機品牌仍須向台積電與聯電拉貨，以滿足他們的需求。另智慧型家電、消費型電子與上一季相比均小幅下降，因而其他項目成為中芯國際應用領域中僅次於智慧型手機占比最高的項目，且有持續增加占比之趨勢，2022 年第三季已達 35.8%（圖 10）。

華虹集團則仍以消費性電子市場為主，其占比長期占六成以上，惟 2022 年第三季與前一季相比微幅下降 0.3%。此外，華虹集團亦有布局工業與車用電子市場，較前季相比成長 3.3%，而通訊和計算應用領域項目與前期相比時，皆呈下滑趨勢（圖 11）。

由於中芯國際與華虹集團都高度依賴中國大陸本土市場以及消費型電子，在 2022 年下半年全球大環境不景氣及持續進行的封控政策等因素影響下造成消費需求動能減弱，故兩家企業皆在消費性電子項目呈現微幅下滑的趨勢。

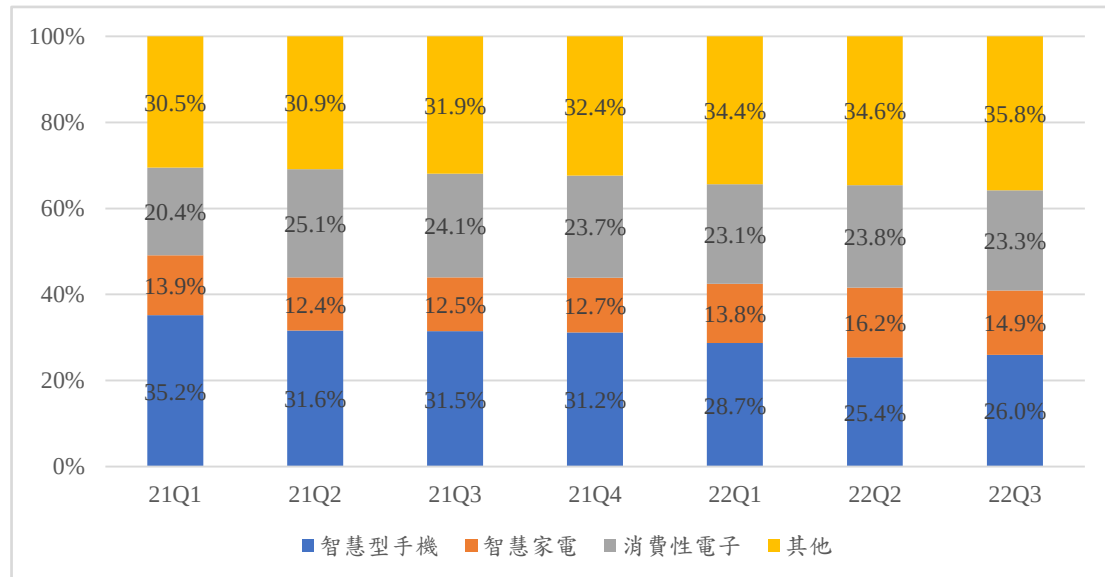


圖 10 中芯國際應用領域

資料來源：中芯國際財務報告。

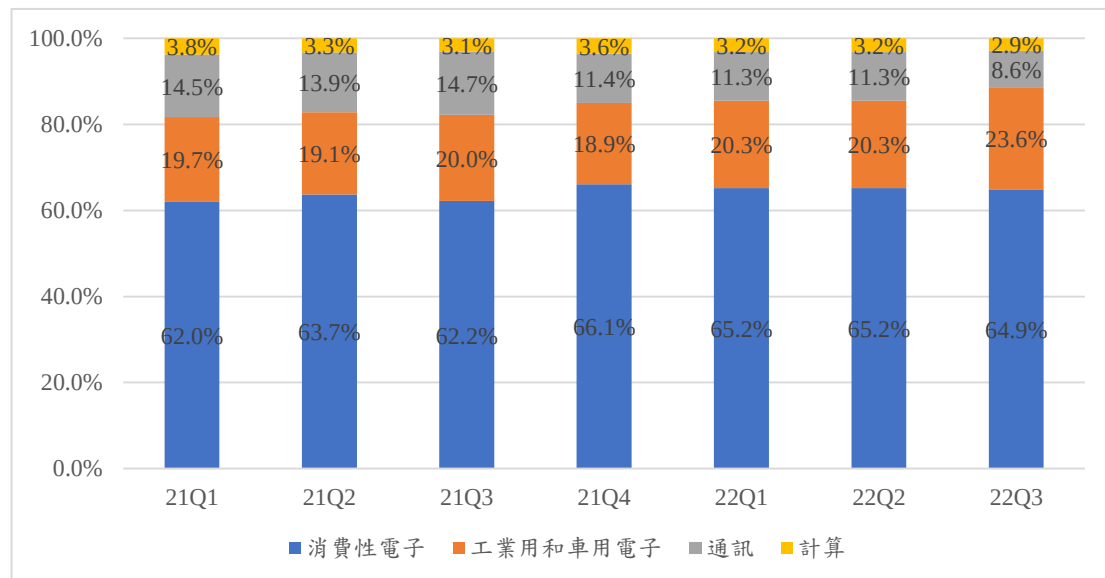


圖 11 華虹集團應用領域

資料來源：華虹集團財務報告。

四、 2022 年美國商務部禁令對中國大陸半導體產業之影響

自 2020 年美國針對中國大陸華為進行一連串制裁與禁令後，逐漸加大對中國大陸晶片制裁的力道。2022 年 8 月 9 日美國通過晶片及科學法案（The CHIPS And Science Act），雖提供 527 億美元半導體補貼以及約 2,000 億美元科學研究經費，但其護欄條款限制獲得補貼的業者 10 年內，不可以在中國大陸或是其他不友善國家，建置或擴充先進製程（28 奈米以下）的產能，致使中國大陸晶圓廠目前仍然以 28 奈米及以上的製程發展為擴產（廠）主軸。2022 年 8 月 31 日，美國以產品可能作軍事用途為由，限制輝達（NVIDIA）A100/H100 及超微（AMD）MI250 等應用於 HPC 領域的高階 GPU 晶片對中國大陸出口，其後亦持續加重對中國大陸半導體產業制裁手段。

2022 年 10 月 7 日美國商務部發表對中出口半導體管制針對設備供應，在中芯國際（SMIC）2020 年被列入實體清單後，美商務部針對美系設備商欲出口 16 奈米（含）以下的設備至未被列入實體清單的中系晶圓廠，包含華虹集團等，甚至外資位於中國大陸境內的生產基地，皆須經過審核方能執行。儘管中系晶圓廠積極與中國大陸本土、歐系及日系設備商合作，企圖發展非美系產線，並已轉以發展 28 奈米及以上的製程為主，但該禁令形同完全扼殺中國大陸發展 14/16 奈米及以下先進製程擴產及發展的可能性，且 28 奈米及以上的製程擴產亦須經過曠日廢時的審查流程。

在 DRAM 記憶體部分，根據美國商務部發表規範，要求 18 奈米製程（含）以下設備需要商務部審查後方能進口，此舉將會大幅限制或遞延中國大陸 DRAM 未來持續發展。長鑫存儲（CXMT）坐擁中國境內最大中系記憶體市占，自 2022 年起，該公司致力於 19 奈米製程跨入 17 奈米製程，雖然長鑫存儲在禁令發布前已加速購買未來所需機台，但數量上仍顯不足，加上長鑫存儲仍持續興建新廠房，

其中含合肥 Phase2 以及與中芯國際商談中的中芯京城（SMBC），後續都會面臨設備取得的難題。

在 NAND Flash 的部分，規範要求 128 層（含）以上設備需事先核准才准進入，將使未來進口中國的 NAND Flash 生產設備將受更一步限制，尤其針對預估該法案將大幅衝擊中國大陸長江存儲（YMTC）長期廠區升級計畫。此禁令將限制長江存儲進一步擴大客戶版圖，現階段長江存儲已積極送驗 SSD 產品，希望於 2023 年成功打入非中國廠商客戶供應鏈。未來隨著禁令影響顯現，美國政府對中國大陸記憶體產業發展採取較嚴格的限制措施，將使得後續非中國大陸客戶對於長江存儲的使用與意願大幅限縮。舉例而言，早先傳出長江存儲順利打入蘋果 iPhone 14 供應鏈，但仍因長江存儲被列入觀未經核實名單中以及日漸升溫的地緣政治壓力，致使蘋果暫緩採用較為低廉的長江存儲晶片。¹

另美國宣布自 10 月 12 日起禁止美國人士未經許可在中國大陸支持其先進晶片的研發或生產。美國企業方面，除了蘋果（Apple）表示將暫停使用長江存儲公司所生產的記憶體之外，半導體材料龍頭應用材料（Applied Materials）、科磊（KLA）和科林研發（LAM Research）已經開始或準備從中國國有晶片製造商長江存儲公司撤出員工，並暫停業務，也傳出美籍員工紛紛離職。另中國大陸企業中有多名半導體高管具有美國身分，恐多達 200 名持有美國護照公民任職中國半導體企業，需要面臨抉擇，半導體國際人才可能出走的情況，使得已經搖搖欲墜的中國大陸半導體產業將再蒙上一層陰影。²

¹TechNews，2022/10，〈美商務部再度對中祭出限令，限制範圍由邏輯 IC 擴大至記憶體領域〉，<https://technews.tw/2022/10/08/usa-china-restraining-order/>，查閱時間：2022/12/05。

²自由時報，2022/10，〈美國出手 中國半導體被封印〉，國際財經，<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/4094674>，查閱時間：2022/12/05。

五、綜合評析與未來展望

根據國際半導體產業協會（SEMI）預測，2022 年全球半導體廠房設備支出將達到 1,090 億美元，與 2021 年 910 億美元相比成長 20%，其中臺灣及韓國較 2021 年依序成長 52%及 7%，中國大陸則下降 14%。雖然中國大陸晶片製造代表企業中芯國際及華虹集團均有擴廠動態，但在以內需市場及成熟製程為主的情況下，未來是否造成成熟製程晶片供過於求，以致各廠產能利用率逐漸萎縮而使設備支出逐漸減少，應持續關注。

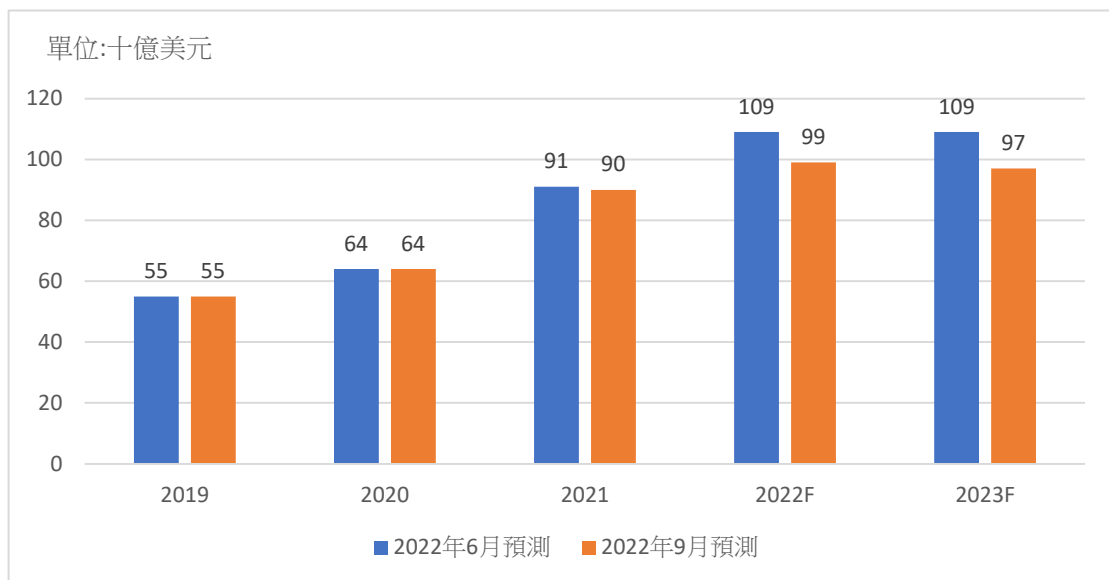


圖 15 半導體廠房設備支出

資料來源：國際半導體產業協會 SEMI。

另在中國大陸半導體設備自給部分，只有去膠、清洗自給率達五成以上，可見其製造設備仍多仰賴進口，其中光刻機自給率為 0%，完全仰賴進口之現況下，近期美國對中國大陸半導體出口制裁越演越烈，從一開始限制荷蘭光刻機製造商 ASML 對中國大陸出口極紫外光光刻機（EUV）之外，到最近連成熟製程設備深紫外光光刻機（DUV）也正在評估是否列入制裁範圍，可以預見在美國的強勢出口禁令下，將來中國大陸取得半導體先進製造設備將更為艱

難。因此，雖然中芯國際在日前發表 7nm 製程節點引發討論，但在未來無法取得先進製造設備以及中國大陸國內研發動能尚且不足的情況下，「彎道超車」的難度愈來愈高。加以未來中國大陸政府補助中芯國際與華虹集團的比例正在逐漸降低，考驗中國大陸半導體龍頭企業的營運及研發能力。