

《從產業特性看台積電海外設廠》

作者：屏東大學會計系 周國華老師

2021/8/7 本文另刊於 FB 社群：半導體產業討論區(元件物理與製程、IC Design 與 EDA)

台積電近期頻頻被外國政府招手，歡迎(or 硬逼)台積電去當地投資設廠。台積電目前絕大部分的生產能量都集中在台灣，這是因為半導體製造業具有若干特性，而台灣目前是在這些產業特性下對台積電而言最佳生產據點。

半導體製造業的特性有哪些呢？我們來逐一檢視。

#半導體製造業的資本密集特性

半導體製造工廠的設立成本很高，越先進的製程越花錢。以台積電財報上顯示的數據為例，2020 年底的 PPE(不動產、廠房及設備)金額為\$15,556 億元，2021 年第一季末上升為\$16,586 億元，第二季末再上升為\$17,227 億元。資本支出大幅增加導致台積電 2021Q1 的自由現金流量變成負的，這讓台積電不得不在 Q2 降低資本支出來改善這項數據(參閱附錄圖一)。

資本密集代表有大量資金需求，台積電解決這個問題的方法主要是靠營運產生夠大的現金流入。也就是靠著本身賺大錢來支應資本支出所需的資金。當台積電到美國、日本或德國設廠，設立初期的資本支出可能和在台灣不會差異太大，但設廠後的營運成本一定會比在台灣高出許多，後續新產生的資本支出能否靠營運現金流量來支應，就不太樂觀。這也就是為什麼各國政府必須提供大量補貼來吸引台積電(或其他晶圓廠)去投資的原因。

#半導體製造業的技術密集特性

半導體是典型的技術密集行業，擁有最先進製造技術(包含製程節點、良率及核心專利)的業者就可以吃下大片江山，台積電在晶圓代工、三星在記憶體製造、Intel 在 cpu 製造上都是如此。技術密集靠研發，研發很燒錢，所以公司高層要有遠見、資本市場要有能力及意願支持、政府的產業政策也扮演重要角色。Intel 總裁最近頻頻向美國拜登政府喊話，要大力支持美國本土的半導體製造業者，主要的目的就是希望能夠拿到更多的補貼經費來支持研發及購買先進製造設備，有錢能使鬼推磨，以 Intel 長期的聲譽和累積的實力，在資金活水挹注下一定能招攬天下英才。Intel 一旦在先進製程上趕上台積電和三星，半導體的版圖就要重新繪製。

#半導體製造業的人力及腦力密集特性

半導體生產現在雖然已經高度自動化，但仍需要大量的優質人力來監控設備及製程數據，以便隨時微調參數來改進生產效率。大量代表人力密集(註：這和系統代工業者的勞力密集仍有不同)，優質代表腦力密集。以台積電 109 年度 CSR 報告上顯示的數據為例，全球員工總人數為 56,381 人，其中工程師人數為 38,456 人，占比達 67.7%，遠高於技術員的 18,375 人及 32.3%占比。

在一秒鐘都不能停止的半導體生產作業上，工程師及技術員需要穿著防塵衣進入無塵室輪三班，過著日夜顛倒的生活，少部分人可能因為生理上的原因需要憋尿、穿著紙尿褲上班，這是半導體工廠內大量無名英雄的日常寫照。在台灣，很多優質大學畢業的工程師願意熬個幾年過這種艱苦日子，

韓國也有類似場景，中國大陸及日本勉強可以，但在歐美設廠就很難期待了。台積電去美國亞利桑納州設廠的重大挑戰之一，就是要能招募到足夠數量的吃苦耐勞工程師及技術員。雖然重賞之下必有勇夫，但高薪資會墊高營運成本，最後必須靠美國政府補貼或轉嫁給客戶，這將會是令台積電很頭疼的事情。

#半導體製造業的協力密集特性

半導體製造需要用到高精密的設備，以及多樣化的原物料，設備供應商是否能在第一時間提供產線上的支援服務、原物料供應商是否能就近源源不絕地提供所需的原物料，對半導體製造的效能有很大影響。台積電在台灣生產的最大優勢之一就是這種協力密集的特性在台灣能發揮到極致，供應商就在廠區周圍或不遠的縣市，即便需要南北奔波，台灣不大，距離也不遙遠。台積電在北中南三大科學園區的員工也很方便彼此調度支援。

台積電到美國設廠，需要將協力廠商一起帶過去。到中國大陸、日本或德國亦然。台積電選擇到 Intel 廠區最集中的亞利桑納州設立美國新廠，就是希望能利用 Intel 已在當地建立的協力密集優勢。在異國設廠需要重建供應鏈，剛開始會很辛苦，效率也會大打折扣。但這也給了本土廠商國際化的機會，所以台積電一呼喚，幾乎大家都響應了。

#半導體製造業的電力及水力密集特性

半導體生產很耗水、耗電，先進製程尤其耗得兇。這點也是台積電的半導體製造過度集中在台灣常引發的爭議之一。台灣今年上半年的大旱象讓科學園區的用水拉起警報，過去幾年幾度發生的台灣南北輪流停電也讓一秒都不能斷電的半導體廠商心慌。台積電若能適度把成熟製程移到國外生產，像最近台積電決定擴大在大陸南京廠區的 28 奈米產能，就可以降低對台灣的用水、用電需求。

台積電已經加入 RE100 倡議，宣示要在 2050 年做到全球廠區百分之百使用再生能源。台積電即將面對的新勁敵 Intel 更宣告要在 2030 年就做到全球廠區百分之百使用再生能源。台積電選擇到 Intel 廠區最集中的亞利桑納州設立美國新廠，除了可以利用前述協力密集的優勢外，也可以利用該州因地處沙漠區而具有的太陽能再生能源優勢。在用水部分，台積電就要好好向 Intel 學習。沙漠區缺水，但 Intel 透過先進的節水技術，對外來水資源的需求大幅降低。Intel 在最新的 CSR 報告中提到，該公司在 2030 年，除了能達成 RE100 的目標外，還能做到每日回收的水資源比消耗的水資源還多！

#半導體製造業的匯率敏感特性

半導體生產所需的設備及原物料大部分靠進口，客戶大部分在國外，所以匯率變動的風險對半導體廠商的經營是重大挑戰。台積電今年第二季的營運表現不符市場期待，很大原因是受到匯率變動的拖累。台積電到美國設廠，美國廠的日常營運均以美元計價，只有在編合併報表時才需換算回新台幣。這可以在一定程度上降低外匯換算產生的不可控制損益。

#異地投資的營運成本考量

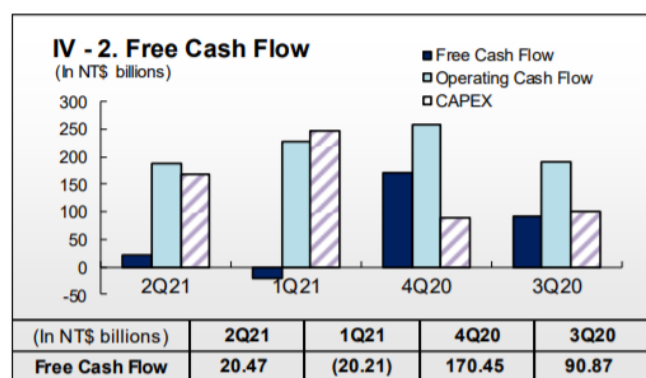
製造業廠商赴海外投資設廠，通常是受到土地成本、人力成本、關稅壁壘的驅動，從先進地區移往後進國家。但台積電面臨的赴海外設廠壓力，卻和上述不同。台積電是在國際政治力驅使下，從台灣移往更先進的國家。

台灣是個物價相對便宜、生活品質卻很不錯的國度，製造商也能在此地透過相對低的成本取得優質人力服務。根據維基百科的資料(參閱附錄表一)，國際貨幣基金(IMF)估計 2021 年台灣的每人名目國內生產毛額(nominal GDP per capita)是\$32,123 美元，全球排名第 39 名，比鄰近的日本(\$42,928 美元)、韓國(\$34,866)來得低；但經過購買力平價調整後的每人實質國內生產毛額(GDP per capita adjusted by PPP)，台灣高達\$59,398 美元，全球排名第 25 名，比德國、瑞典、比利時、澳大利亞、芬蘭、加拿大、科威特、法國、沙烏地阿拉伯、英國、韓國(\$47,027 美元)、紐西蘭、日本(\$44,585 美元)、義大利都來得高。台積電製造能量高度集中在台灣，可以有效降低營運成本，換來全球競爭優勢。

單純從營運成本來看，歐洲高於美國，美國高於日本，日本高於亞洲其他地區，台積電大概只有到中國大陸投資才能獲得相對優勢。這一點，各國政府也是心知肚明的。所以台積電的海外投資設廠決策，一定會把各國政府提供的補貼列入重要考量。畢竟「殺頭生意有人做、虧本生意沒人幹」啊！

附錄：

圖一 台積電最近四季自由現金流量(資料來源：台積電 2021Q2 營運報告)



Operating and Free Cash Flow:

Free cash flow increased NT\$40.68 billion to an inflow of NT\$20.47 billion in 2Q21, mainly due to lower capital expenditures during the quarter.

表一 台灣的每人名目及實質國內生產毛額國際排名(資料來源：維基百科)

每人名目 GDP				每人實質 GDP (購買力平價調整)			
國家	國際排名	金額(美元)	年度	國家	國際排名	金額(美元)	年度
澳大利亞	15	62,723	2021	台灣	25	59,398	2021
瑞典	16	58,977	2021	德國	26	56,956	2021
芬蘭	19	54,330	2021	瑞典	27	55,566	2021
德國	24	51,860	2021	澳大利亞	29	54,891	2021
加拿大	26	49,222	2021	芬蘭	31	51,867	2021
紐西蘭	28	47,499	2021	加拿大	32	51,713	2021
英國	29	46,344	2021	法國	35	49,492	2021
法國	30	44,995	2021	英國	37	47,089	2021
日本	31	42,928	2021	韓國	40	47,027	2021
韓國	37	34,866	2021	紐西蘭	42	44,226	2021
台灣	39	32,123	2021	日本	43	44,585	2021