



半導體產業 經濟規模及其廠房設施 概論

莊子壽 / 台灣積體電路製造股份有限公司 廠務處 資深處長

1980 年代以來，台灣高科技產業在國際分工中扮演著製造的角色，發展至今已在半導體、電子資訊、通訊等產業建立完整的供應鏈，並在國際市場占有舉足輕重的地位。然而，支撐這亮麗成績背後的廠房及廠務設施工程卻鮮少受到討論。因此，在人才的競爭上，往往落後於製造單位。有鑑於此，非常感謝『土木水利』會刊給予此次專輯的機會，希望藉由更多深度的專業討論，能夠讓高科技廠房及廠務設施工程獲得大家重視，進而吸引優秀人才參與廠房及廠務設施工程的規劃、設計、工程管理、及營運，為台灣的高科技製造提供更堅強的產業基礎^[1]。

半導體產業 - 高度全球化的行業^[2]

積體電路 (IC, Integrated Circuit) 是現代電子的大腦，它使通信、計算、醫療保健、國防、運輸、清潔能源以及諸如人工智慧、虛擬實境和物聯網等新興技術突飛猛進。而催生積體電路的半導體產業是一個

高度複雜、橫跨數個技術和專業領域的產業。如圖 1 所示：半導體產業是一個包含研發、設計、製造、封裝、測試和銷售的產業系統。自 1960 年以來，半導體產業供應鏈已經發展為全球廣泛分佈且相互交織的價值鍊和生態系統。

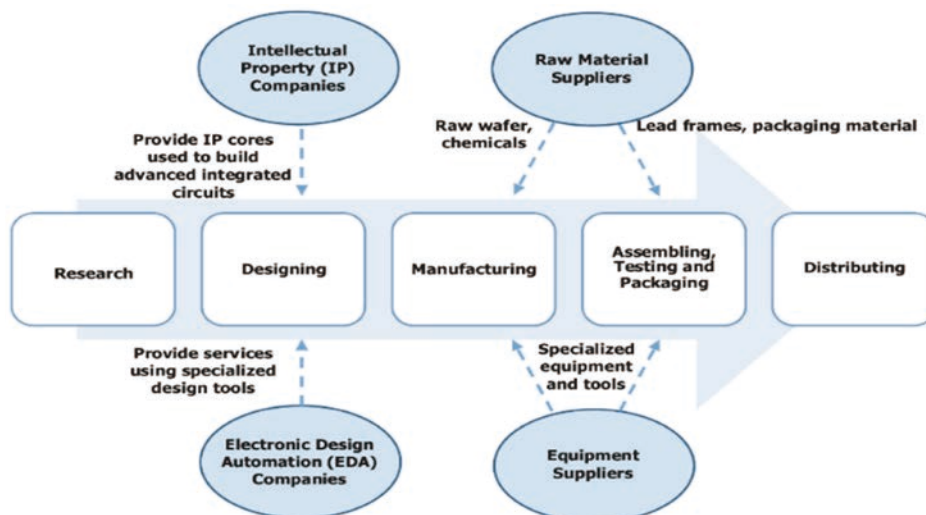


圖 1 半導體產業生態系統^[1]

半導體產業供應鏈具有獨特的全球分工結構（如圖 2 案例），例如：加拿大、歐洲國家和美國往往專注於積體電路設計及高階製造；日本、美國和歐洲國家專門提供製程設備和電子材料；大陸、台灣、馬來西亞和其他亞洲國家專門從事晶圓製造、晶片封裝和測試。

這個全球生態系統使所有半導體公司及其所在國家經濟受益，特別是增加就業人口、提升創新能力、增加出口機會和總體經濟成長。一個國家對半導體全球價值鏈的貢獻，隨著該國經濟和勞動力技能的提高以及該國在價值鏈上的發展而增加。因此，全球價值鏈的擴展與合作將是半導體產業發展的利基，無論位於何地，半導體公司都將從生產效率的提高、專業化帶來的成本效率以及技術改進和知識成長的收益中受益。

展望未來，半導體將繼續為尖端數位設備提供重要的技術推動力，由於自動駕駛、人工智慧、第五代行動通訊和物聯網等新興技術的發展，加上持續的研發支出和主要參與者之間的競爭，全球半導體產業將在未來十年繼續保持強勁成長。由於產業與市場的轉換，特別是蓬勃發展的經濟、行動通信的興起以及雲

端計算的成長，東亞（大陸、日本、韓國和台灣）預估將逐漸成為全球重要的半導體產業基地。

台灣半導體產業發展概況 [3]

根據「台灣半導體產業協會」(TSIA, Taiwan Semiconductor Industry Association) 的年度報告，截至 2018 年底，台灣半導體產業包括 238 個無晶圓廠 IC 設計公司、3 個光罩製造商、11 個晶圓供應商、15 個晶圓製程公司、37 個封裝和測試公司、7 個基板和 4 個腳架供應商。

2018 年台灣半導體產業營收為新台幣 2 兆 6,199 億元（包括設計、製造、封裝和測試），較 2017 年成長 6.4%。其中設計領域營收為新台幣 6413 億元，成長 3.9%；晶圓製造業為新台幣 1 兆 4,856 億元，年成長為 8.6%；封裝產值為新台幣 3,445 億元，成長 3.5%；測試產值為新台幣 1,485 億元，相較 2017 年成長 3.1%。若以 2018 年全球半導體產業產值 4,688 億美元規模計算，台灣半導體產業產值約佔全球半導體產業的 18.5%。

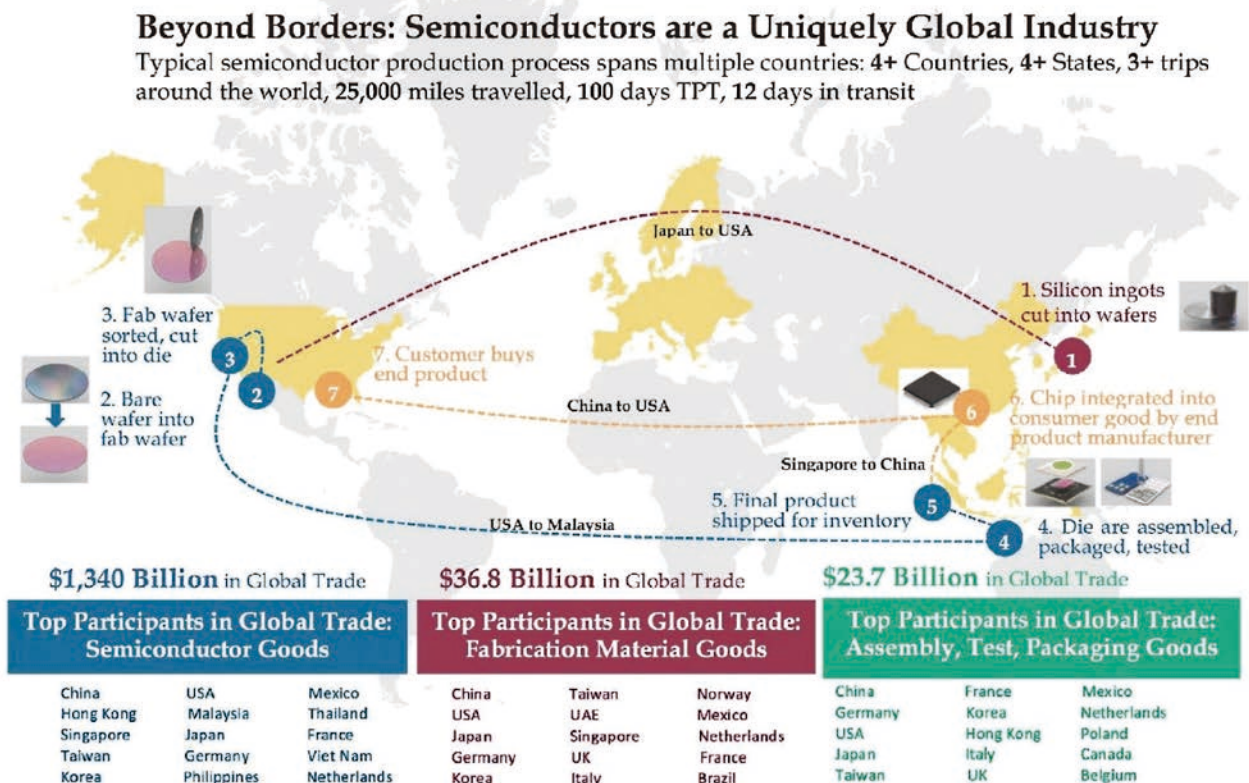


圖 2 半導體全球價值鏈案例說明 [2]

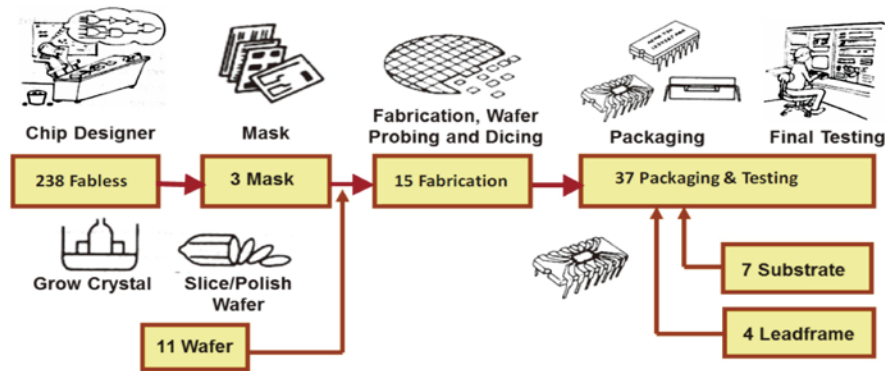


圖 3 台灣獨特的半導體產業鏈^[2]

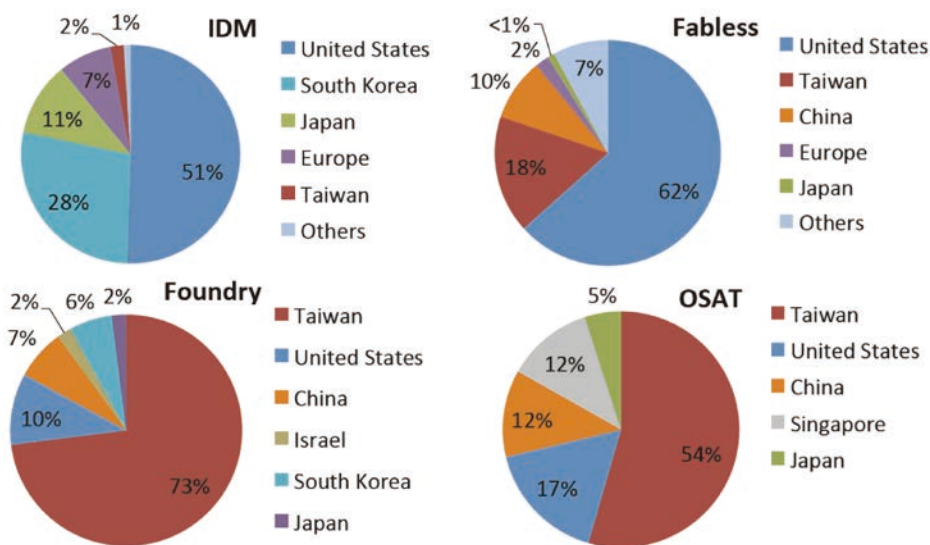


圖 4 2015 年半導體價值鏈統計^[1]

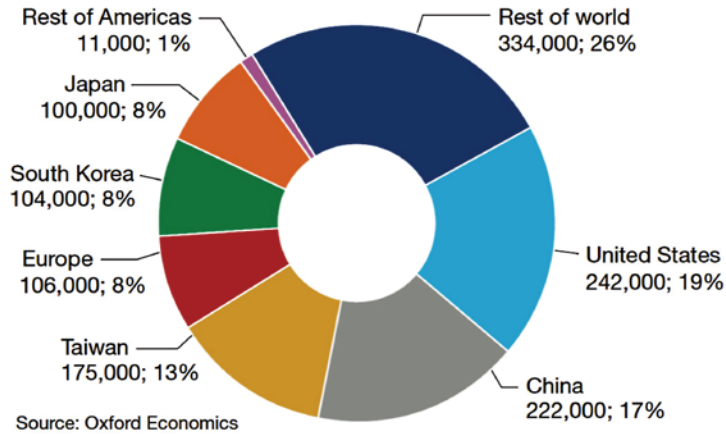
若由產業鏈分析，如圖 4 所示，台灣在晶圓代工 (Foundry)¹ 領域，以全球 73% 的市占率高居第一。同樣的，在委外封裝測試 (OSAT, Outsourced Semiconductor Assembly and Testing) 領域，以全球 54% 的市占率高居第一。另外，在無晶圓廠設計 (Fabless) 領域，目前以大約 18%~20% 的市占率居全球第二。

根據 2013 年「全球半導體聯盟」(GSA, Global Semiconductor Alliance) 委託「牛津經濟研究院」進行的獨立研究顯示^[4]，2012 年半導體產業帶給全球經濟的直接效益，是提供全球 130 萬個工作機會，圖 5 顯示該研究估計台灣半導體產業從業人員約有 17 萬 5 千人。另外，根據「美國半導體產業協會」(SIA, Semiconductor Industry Association) 的調查報告^[5]，每

一個的半導體公司每個直接雇員又會再額外創造 4.89 個相關的工作機會，因此若依此係數以 75% 保守估計，台灣整個半導體及相關供應鏈的就業人口將超過 80 萬人，約佔台灣 7% 以上的就業人口。

除了提供上述大量及優質的工作機會之外，「台灣半導體產業協會」在 2008 年的調查報告^[6]亦指出：1997~2007 年台灣半導體產業興建晶圓廠所創造的金額超過新台幣 4,300 億元，尤以 2005~2007 三年的成效更加顯著，若再加上其他無法量化的無形效益，其對台灣的經濟、社會貢獻不言而喻。此外，該調查報告亦指出：台灣主要 IC 製造廠商 2007 年在綠色科技之投入約在新台幣 29~37 億元間，2005~2007 年來投入合併超過新台幣 100 億元，而其於綠色科技投入所獲得之效益（即水電等支出減少等）約為新台幣 5~11 億元左右，三年期間合併超過新台幣 27 億元，投入綠色科技平均約可獲得 27% 之效益。

¹ 晶圓代工 (Foundry)，是半導體產業的一種商業模式，指接受其他無晶圓廠半導體設計公司委託，專門從事半導體晶圓製造，而自行從事產品設計與後端銷售的公司。

圖 5 全球半導體產業直接就業人口^[4]

半導體廠房及廠務設施

在積體電路產業中，半導體製程工廠（Fab²，Fabrication 的簡稱，如圖 6 範例）是製造積體電路晶圓（Wafer）的工廠，晶圓製造過程必須在潔淨的環境中進行^[7]。如圖 7 所示；潔淨室（Cleanroom）為晶圓製程提供一個受到控制的環境，晶圓廠潔淨室控制的環境條件包括（但不限於）：氣懸微粒污染（Particle）、氣懸分子污染（AMC, Airborne Molecular Contamination）、靜電放電（ESD, Electrostatic Discharge）危害、電磁干擾（EMI, Electromagnetic

² Fabrication：簡稱為「Fab」，半導體前段晶圓製程包括四個主要區域：薄膜、微影、蝕刻和擴散，因此「Fab」指的是晶圓廠（Wafer Fabrication）。

Interference)、微振動（Micro Vibration）及噪音污染、環境壓力、空氣流場、溫度及濕度控制等等。

晶圓廠因為製程使用多種氣態和液態化學物質，所以廠房設施必須以化學品使用、儲存空間檢討。早在 1980 年代，美國因為蓬勃發展的半導體產業而發展出相當完整的半導體廠房設施建築法規、消防法規、職業安全衛生法規、及保險公司提供的廠房設施設計指導，例如：「UBC, Uniform Building Code, 半導體廠房專章建築法規」、「UFC, Uniform Fire Code, 半導體廠房專章消防法規」、「NFPA 318, Protection of Semiconductor Fabrication Facilities, 半導體廠房化學品使用、儲存消防法規」、和「FM 7-7, Semiconductor Fabrication Facilities, 半導體廠房氣體及化學品系統設置建議」等規範，都



圖 6 台積電晶圓廠（中部科學園區）

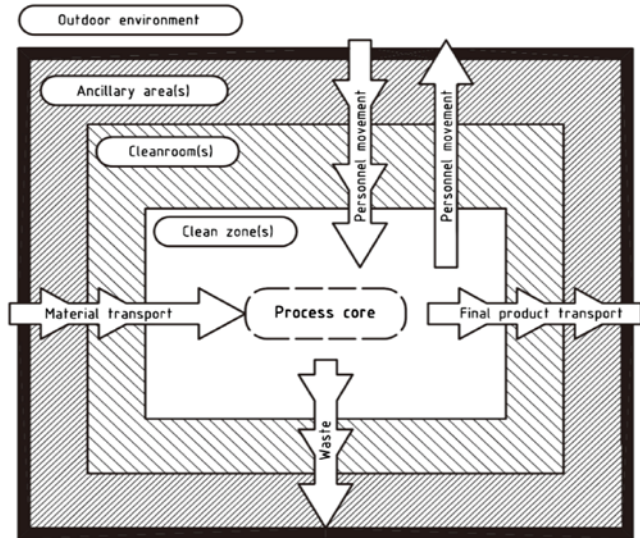


圖 7 潔淨室環境控制概念^[8]

為整個半導體產業的持續發展，提供一個穩固的基礎。另外，國際半導體技術藍圖^[8] (ITRS, International Technology Roadmap for Semiconductors) 則是提供從設計、製程、到封裝、測試的技術演進藍圖，是導引半導體產業長期發展的技术指南。

潔淨室內的製程設備 (Process Tool) 是晶圓廠的主角，晶圓製程設備包含用於薄膜、微影、蝕刻、擴散、離子植入和化學機械研磨等製程設備，這些晶圓製程設備都非常複雜、精確，因此非常昂貴。例如：

³ GIGAFAB：超大晶圓廠是台積電所提出的定義，<https://www.tsmc.com/chinese/dedicatedFoundry/manufacturing/gigafab.htm>

目前 300 mm 先進製程晶圓廠的設備價格多在數百萬美元之譜，其中先進的極紫外光微影設備 (EUV, Extreme Ultra-Violet) 售價更高達 1 億歐元。以潔淨室規模而言，一座具經濟規模的「超大晶圓廠」(GIGAFAB® Facilities)³ 約需容納約 1000 ~ 1500 台製程設備。

半導體晶圓廠歷經約 60 年的演化，配合半導體製程技術不斷的升級，晶圓廠的設計已經由早期的隧道式 (Bay and Chase) 無塵室，發展為現今較通用的迷你潔淨環境 (Ballroom with Mini-Environment)。如圖 8 所示：相較於單樓層的隧道式無塵室，現代的潔淨室多以三個樓層的規劃來區分「Cleanroom」、「Clean Zone」和「Process Core」。以垂直氣流控制而言，「Clean Zone」位於超高效率空氣過濾網 (ULPA, Ultra Low Penetration Air Filter) 下方，也就是一般所稱的「Process Ballroom」，「Clean Zone」的潔淨控制依「Process Core」需求而定，晶圓廠一般控制在 Class-10、Class-100 和 Class-1000 之間。「Process Core」指的是製程設備內，晶圓暴露在空氣中的空間，這個空間對潔淨程度要求極高，特別是控制 Particle 和 AMC 兩類污染物。

由於 Fab 內的晶圓製程設備需要各類的材料及公用設施，來進行製程以完成積體電路製造程序，如圖 9 所示的廠務系統簡化示意圖：晶圓製程需要使用許多不同種類的高純度化學物質 (Process Chemicals) 及氣體 (Bulk Gases / Specialty Gases) 進行電路的化學及物理製程，而超純水主要使用於化學製程後的清洗

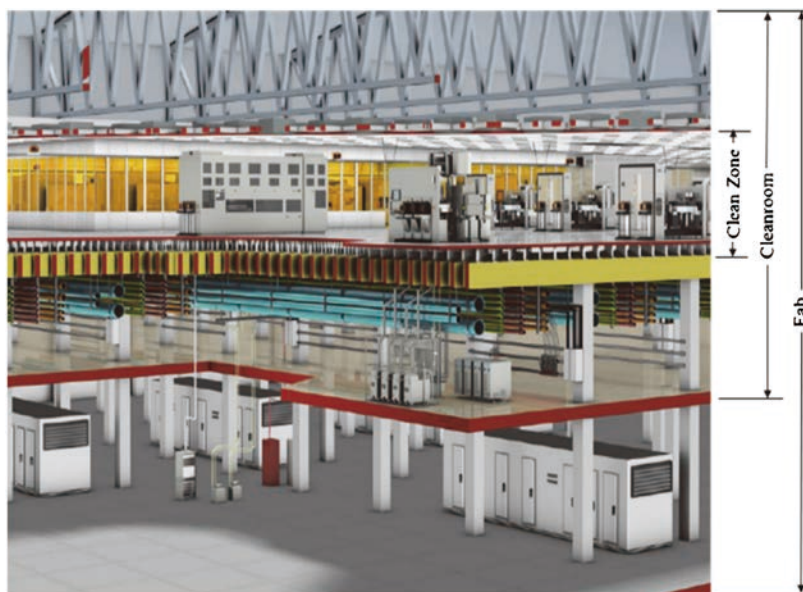


圖 8 晶圓廠剖面圖

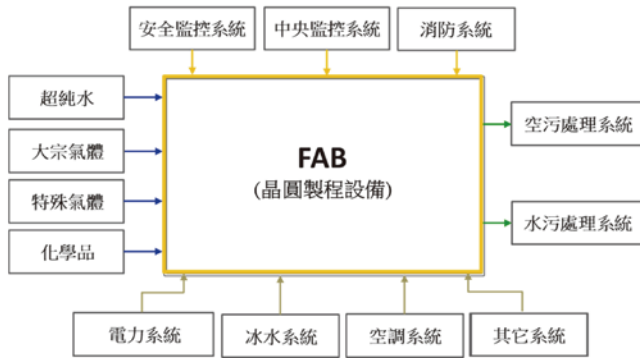


圖 9 晶圓廠廠務系統示意圖

製程。另外，晶圓製程使用之後排出的各類廢氣及廢（酸）水，則要經由繁複且有效的空污及水污處理系統至國家排放標準後，才可依規定放流。除了製程相關設施之外，晶圓廠也需要可靠、穩定的電力及冷凍空調系統以維持晶圓廠的基本運作。同時，為了確保廠房安全及系統的可持續運轉，晶圓廠更特別重視消防、安全監控及嚴謹的自動化的廠務管理系統。

晶圓廠獲利妙方

半導體產業大致按照摩爾定律⁴（Moore's Law）發展了半個世紀，以經濟的角度而言，摩爾定律指出：「微處理器的效能每隔 2 年（1975 年修訂版）提高一倍，或價格下降一半」。因此，積體電路技術在摩爾定律的驅動之下，展開一系列的科技創新，對二十世紀後半葉的世界經濟成長有相當的貢獻。由於個人電腦、網際網路、智慧型手機等技術改善和創新，除了推升生產效率和經濟成長外，也帶給社會相當大的改變，現代人的生活與工作已經離不開摩爾定律的延續。

不過，對晶圓廠建廠和新技术發展而言，摩爾定律也許更適合稱為「摩爾魔咒」。因為摩爾定律告訴所有半導體產業的參與者，每隔兩年就會有一場新技術大戰要打。因此，所有半導體業者莫不繃緊神經、招兵買馬、使盡全力，務期在每兩年的大會戰中能夠攻城掠地，然後帶著戰果繼續準備下一場戰鬥。不過，摩爾定律沒有預測景氣對技術發展的影響，因為電子

產品屬於消費電子，所以對景氣特別敏感。在半導體的世界裡沒有四季如春，對業者而言，只有赤道的夏天和極地的冬天可比擬，都是煎熬的季節，所以半導體市場有幾個特點：

- (1) 景氣循環迅速：景氣下降快，但一旦反彈，速度一樣迅速。
- (2) 價格大幅波動：消費電子產品一旦供過於求，跌價快、幅度大。
- (3) 技術創新速度快：新產品上市快，同時舊產品迅速貶值。
- (4) 頻繁的產能失衡問題：計畫趕不上市場變化，借錢投資風險高。

當然，討論半導體公司的獲利與否，是一個高度複雜且困難的問題。但是，基於上述的市場特性，我們可以適度簡化獲利的策略，以探討半導體建廠及產能擴充的邊界條件。由於半導體產業是高度資本密集及人才密集的產業，所以，追求獲利極大化是半導體公司的經營目標也是半導體公司的求生之道。在極大化獲利的前提下，半導體公司幾個重要的獲利策略如下：

- (1) 高平均售價（ASP, Average Selling Price）是晶圓廠獲利的最重要利器：在新技术的早期提供最高技術晶片的製造，可以以更高的價格出售。
- (2) 高晶片良率（Die Yield）⁵ 可以販售較多的晶粒（Chip）：在晶圓生產過程避免製程污染、缺陷，可以獲得較高的晶片良率，每一片晶圓可獲得較多的合格晶粒。
- (3) 高製程設備利用率可增加資本周轉率以降低成本：高製程設備利用率可以減少設備的投資，所以可以相當程度的減少製造費用。
- (4) 高晶圓生產良率（Wafer Yield）⁶ 可以增加產量降低成本：一個穩定、可靠的生產製程和廠務系統，可生產出較多的合格晶圓（Wafer）。
- (5) 快速的市場響應能力：縮短產品認證時間和生產週期，以便及時向客戶交付新技术晶片。
- (6) 彈性的製程調整能力：能夠在生產線正常運作的情況下；升級和重新平衡製程設備產能，而且不會影響晶片良率（Die Yield）。

⁴ 摩爾定律（1965～）是簡單評估半導體技術進展的經驗法則，其重要的意義在於大抵而言，若在相同面積的晶圓下生產同樣規格的 IC，隨著製程技術的推進，每隔 18 個月，在新一代的製程技術量產之下，IC 產出量就可增加一倍。換算為成本，即每隔 18 個月成本可降低五成，平均每年成本可降低三成多。

⁵ Die Yield: 每片晶片上測試合格的晶粒除以晶片上的總有效晶粒數目。

⁶ Wafer Yield: 或稱 Fab Yield，指的是晶圓廠出貨的晶片數量除以晶圓廠晶片下線的數量。

廠房設施 (Facility) 規劃策略

晶圓廠的投資額相當大，一座 32/28 奈米晶圓廠約需美金 50 億元；一座 16/14 奈米晶圓廠則需投資約美金 60 億元。晶圓廠的投資中約有 80% 預算用於製程設備的採購，其餘 20% 則用於建廠、廠務設施、資訊系統、自動化材料搬運系統和相關支援實驗室等等建置費用。因此，廠房及廠務系統規劃策略必須以確保 80% 的製程設備投資成功為最重要的考量。也就是說，廠房及廠務設施的投資策略需相對積極，廠房及廠務設施的規劃、設計則要符合上述獲利的原則，必須協助晶圓廠以最先進技術及早量產、進入高單價市場。其次，是整個潔淨室和廠務系統則要提供穩定、符合規範的各類廠務設施，協助晶圓廠獲得最佳的晶片良率與生產良率。最後，是當生產線需要跟隨高單價市場調整製程設備時，廠房設施可以同時滿足維持生產環境和設備升級的需求。一個晶圓廠在建廠專案的總體規劃程序和基地選擇考慮項目分別描述如下：

總體規畫 (Master Planning)

晶圓廠的廠房規劃與初步設計比較特別，而且多由業主自己主導 (如圖 10 所示)，工程公司只是依照邀標文件完成細部設計而已。這原因主要是每個半導體公司對其廠房的需求、使用有其必要管制的商業機密，例如：產能規劃、製程技術、設備規範、材料規格和廠房設施等級等等。因此，晶圓廠建廠多需要成立專案團隊，就建廠需求準備 Design-Build Package^[10] 的發包文件：

- (1) 晶圓廠的規劃、設計過程通常分為概念設計 (Conceptual Design)、方案設計 (Schematic Design)、細部設計 (Design Development) 和施工圖說 (Construction Document) 等四個階段。
- (2) 概念設計階段在處理使用者訪談過程中所收集的資訊、驗證現有條件、調查現況並收集現有文件。
- (3) 方案設計階段需要交付的成果包括：設備佈置圖、系統流程圖、生命週期成本分析、設備規範以及其它完成設計所需的相關文件。
- (4) 當方案設計完成後，專案團隊需要準備一份正式的方案設計報告和建廠成本估算報告，以作為決定要進行細部設計的備選方案的基礎。
- (5) 接著依據方案設計最終的決定，指定並盡早採購長交期設備，同時準備廠房及各廠務包的邀標文件 (RFP/Q, Request for Proposal/Quotation)，完成 Design-Build Packages 發包。

基地選擇 (Site Selection)

基地選擇是相當專業的課題，晶圓廠建廠基地選擇不但攸關建廠的成敗與否，也直接影響晶圓廠長期營運是否順利可行。所以，基地選擇最終極的問題還是回歸到晶圓廠能否獲利的問題。以下討論是建廠地點可能影響晶圓廠建廠、營運、和獲利的因素：

- (1) 選擇能夠促進高科技產業投資的區域，包括與半導體無關的產業。地方政府支持 (例如提供協助或激勵措施) 與社區接受產業發展是基地選擇重要的因素。
- (2) 選擇建廠城市的法規要求要符合國際建築及消防法

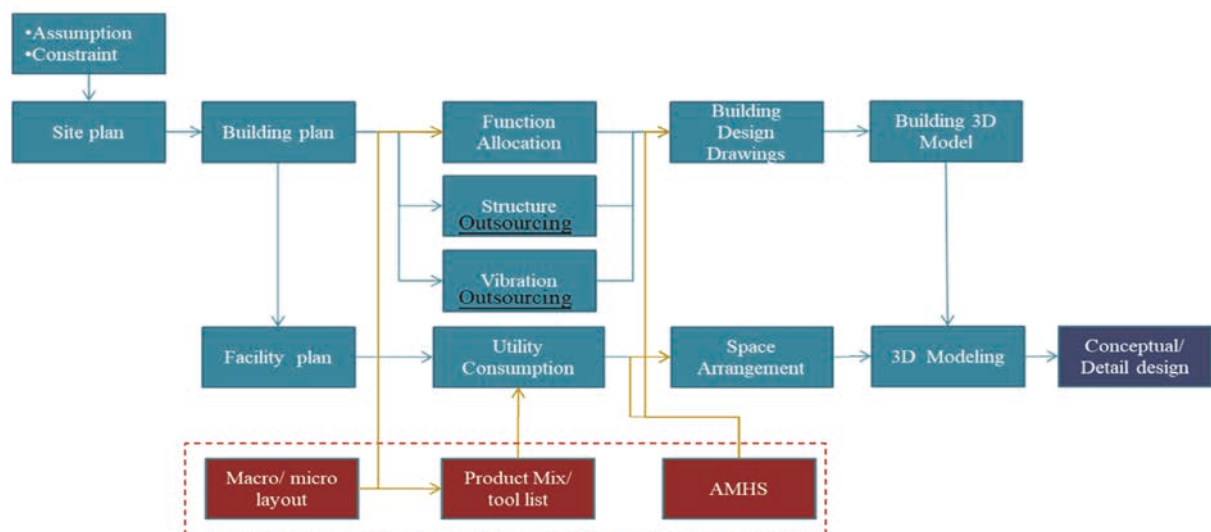


圖 10 建廠專案規畫流程案例

規 (IBC & IFC)⁷ 的標準，同時具有快速的法規審查能力：缺乏快速執照審查的城市可能會被淘汰，因為半導體建廠有競爭上的壓力，所有公司都有兩年推出新世代技術的壓力（摩爾定律），若一個城市沒有處理半導體廠建廠審查的能力，可能導致建廠專案的延誤。

- (3) 基地有充足且優質的公用事業服務，尤其是電力和水：半導體工廠是耗用較多電力及水資源，而且對電力品質及水質要求甚高，因此這是一個優先問題。
- (4) 考慮選擇供應鏈完整或可以建立供應鏈的區域，特別是晶圓廠使用的化學材料與化學品廢棄物，需要本地優質的供應能力，以協助晶圓廠順利營運。
- (5) 選擇能夠提供足夠高素質工程人員的區域，包括晶圓廠工程師與工廠維護的技術人員。另外，廠房所在城市（或社區）可以為員工提供安全的生活環境、經濟適用的住房和優質教育的機會。
- (6) 基地要臨近主要的機場（國際機場）和高速公路，以利人流與物流的需要。
- (7) 考量基地地形問題：每個基地都可能有每個基地不同的地形或地勢特徵，例如：以科學園區為例，南科對淹水問題敏感，中科必須克服山坡問題，竹科則是需面對丘陵高程不規則問題。
- (8) 選擇面積較大、平坦而且沒有地質問題的建廠用地。例如：微振問題對晶圓製程相當敏感，所以建廠基地就不適合靠近鐵路，公路或其它產生振動問題的設施。
- (9) 基地要避開任何會影響污染控制或潔淨室穩定操作的氣候條件，例如：溫度、濕度、空氣污染物質或風向（污染源）等等問題。
- (10) 最後，在決定基地之前，必須對候選基地及周邊附近區域進行土壤及地下水質調查，以確定基地未受到污染。

廠房設施工程管理本質

晶圓廠建廠的時程控管問題，如前文提到，其實是受到「摩爾魔咒」限制和晶圓廠獲利策略的兩面夾

擊。由於製程技術開發困難，所以每個製程世代建廠設計所需要的規格和需求，往往遲遲無法定案。但是，新技術產品上市的時間已經是各競爭公司必爭之地。所以，新廠完工時間只能往前拉、不能往後延，就如圖 11 所表達的情況，晶圓廠建廠每個環節都承受巨大的壓力，以縮短建廠時間以換取及早進入高平均售價的新技術市場。

由於每個晶圓廠的設計都是根據製程需求而發展出來的，換言之，也就是每個晶圓廠都是獨特的，所以沒有辦法在設計未定案的情況下提早施工。因此正常情況下，每個專案都需要趕工就變成是這個行業的正常情況。那麼什麼是不正常情況呢？通常發現有些工廠先前趕工，忽然又停下來，等了半年、一年後改設計再復工，這可能是因為景氣或供需失衡問題。所以暫停新廠建設，過一段時間後，原來的設計可能不能滿足最新技術的需求，所以復工前會再做設計檢討，待設計符合新的需求、合約修正之後，工程才會繼續進行。

以 ITRS 的標準，晶圓廠的建廠時間必須控制在 10 ~ 12 月以內的時間完成，但是由於晶圓廠工程量非常龐大、而且複雜，單一座半導體廠房建廠規模指標如下：

- 總出工數：1,000,000 人 - 天，第三方施工品質查核數量：300,000 次。（台灣的經驗值）
- 總樓地板面積：400,000 M²。鋼構：55,000 噸，鋼筋：150,000 噸，模板：500,000 M²，混凝土：350,000 M³。
- 潔淨室面積：50,000 M²，空調風管面積：230,000 M²，空氣處理量：3,000,000 M³/Hr。
- 冰水管長度：60 KM，高潔淨金屬及塑材管線總長度：800 KM。
- 變電站變壓器：600 座，電力配電盤：2,200 盤，電力線總長度：3,000 KM。

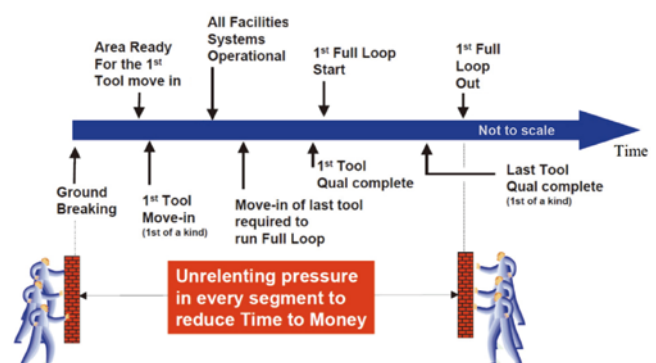


圖 11 晶圓廠建廠進度控管本質（圖片來源：ITRS）^[11]

⁷ IBC, International Building Code. IFC, International Fire Code, 2000 年以後，逐漸取代 UBC 與 UFC。

晶圓廠建廠的工程管理必須在兼顧施工安全與建廠品質的前提下，找到工程提前完工的機會，要如何做到呢？半導體建廠在上述巨大的時程壓力下，已經發展出一套務實的「快速通道專案管理（Fast-Track Project Program）」的運作模式，快速通道專案管理的方法如下：

- (1) 首先要確定從設計開始到施工完成（包括製程設備安裝）的要徑（Critical Path）。
- (2) 接著專注進行概念設計，並在完成 90% 設計後，先暫時凍結概念設計，然後由經驗豐的估算團隊完成預算估算，同時依照專案時程計畫訂出各發包（Bid Package）項目及每個「包（Package）」需要完成發包的時間。
- (3) 對早期的要徑工項，例如：開挖、基樁、基礎及下部結構體工程、鋼構備料等項目，在完成 90% 的設計後，即可安排發包工作。另外對於長交期設備，例如：高壓電力開關、變壓器、冰水主機、大型空氣壓縮機、空氣純化器等廠務設備，可以在工程設計未完成，但是設備規格確定之後，立即進行採購作業。
- (4) 快速通道專案沒有要求採購上的特權，除非必要（例如廠商能力問題），應該以競標為原則。一般經驗，快速通道專案管理模式可以節省 3~4 個月的時間。

雖然，整個晶圓廠建廠工程都圍繞著時程控管打轉，但是專案經理必須非常清楚晶圓廠建廠的成敗關鍵在工程品質，而非時程的延誤與否。當廠務設施（Facilities）因為品質問題，無法達到設計規格，然後影響晶圓製程的良率時，這個致命問題可能造成建廠專案的嚴重延誤，與商業競爭的嚴重潰敗，甚至影響整個公司的業務發展。最後，要提醒所有的專案經理，安全與環境保護管理是專案經理的責任與良心，雖然這也是法律層面的議題，但是工地的工作夥伴、環境會因為你的關心（Care），而得到真正的保障。

結論

半導體產業經過 60 年的發展，積體電路已經融入我們的生活之中，徹底改變現代人生活的面貌。展望未來：自動駕駛、人工智慧、健康晶片、先進通訊與

高速運算等運用，將讓 21 世紀全球的半導體產業繼續欣欣向榮。

台灣做為全球電子業製造重鎮，多年來早已居全球高科技產業領導地位，展望未來高科技產業對台灣經濟發展日益重要。雖然台灣已經具備完整產業鏈的骨架，但是台灣長期不重視廠房及廠務設施的能力，這樣的結果可能導致基礎設施無法跟上技術發展的腳步。廠房及廠務設施是支撐製程及製造的基礎，半導體高科技廠房廠設計與監造能力的提升對產業未來的發展與競爭力提升極為重要。因此，本文希望能夠呼籲產、學、研領域的專家，注意及重視高科技廠房及廠務設施技術的進展，透過提高高科技廠房設施之技術層次，突破關鍵技術之瓶頸，以提昇國際競爭力、永續實力，及奠定其後續研發之基礎，共同將台灣的高科技產業推向另一個高峰。

參考文獻

1. 張陸滿，「奈米時代之高科技廠房設施工程」，土木水利，第三十五卷，第一期，第 15-26 頁（2008）。
2. Nathan Associates Inc., "Beyond borders: the global semiconductor value chain," Semiconductor Industry Association Report, Washington DC, U.S.A., pp. 1-12 (2016).
3. ITIS (Industrial Technology Information Services), "Overview on Taiwan semiconductor industry," Taiwan Semiconductor Industry Association Report, Hsinchu, Taiwan, pp. 1-14 (2019).
4. 牛津經濟研究院 (Oxford Economics), 「半導體全球影響報告：開創超級互聯時代」，全球半導體聯盟委託獨立研究報告（2013）。
5. SIA (Semiconductor Industry Association) Report, "2019 FACT book," Washington DC, U.S.A. (2019).
6. TSIA (Taiwan Semiconductor Industry Association) 編輯部，「台灣半導體產業對國家的貢獻」，台灣半導體產業協會研究報告，新竹（2008）。
7. Chuang, T.-S., and Chang, L.-M., "AMC control through ultra-pure air for nano-tech environment," Proceedings of the fifth Civil Engineering Conference in Asian Region and Australasian Structural Engineering Conference, Sydney, Australia, pp. 685-690 (2010).
8. ISO 14644-4, "Cleanrooms and associated controlled environments – Part 4: Design, construction and start-up," International Organization for Standardization (2001).
9. ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors) Report, "Executive summary," (2011).
10. Reprinted from Hanscomb Means Report, "Design-Build becoming a revolution," International Construction Intelligence, Vol. 16, No. 6, UK, (2004).
11. Chasey A., "Linking technology to future fabs," Proceeding for ISMI Symposium on Manufacturing Effectiveness, Austin Texas, U.S.A., (2004) 