

## 第六章 研究方法

本研究採實地實證研究法，首先，透過實地訪談與閱讀書面資料了解個案公司之產品策略與作業管理實務，然後輔以文獻探討及模型推導作為理論基礎，提出待驗證的研究假說，最後，依據研究架構蒐集實地資料，並採用與理論模型一致之實證模型與資料分析方式檢定各假說。由於實證模型與變數衡量，本研究已於前一章中說明，以下節次的安排依序為觀念性架構、研究設計、資料蒐集與資料分析方法。

### 第一節 觀念性架構

本研究之主要目的在於：檢視產品多樣性與製造彈性對生產績效與生產成本之直接影響以及產品多樣性與製造彈性如何透過環境不確定性間接影響生產績效，藉以作為管理產品多樣性與設計製造系統之參考。整體而言，針對研究議題一：產品多樣性與製造彈性對生產績效之影響，以及研究議題二：產品多樣性及製造彈性對環境不確定性與生產績效之影響，本研究提出觀念性架構如圖 6-1 所示：

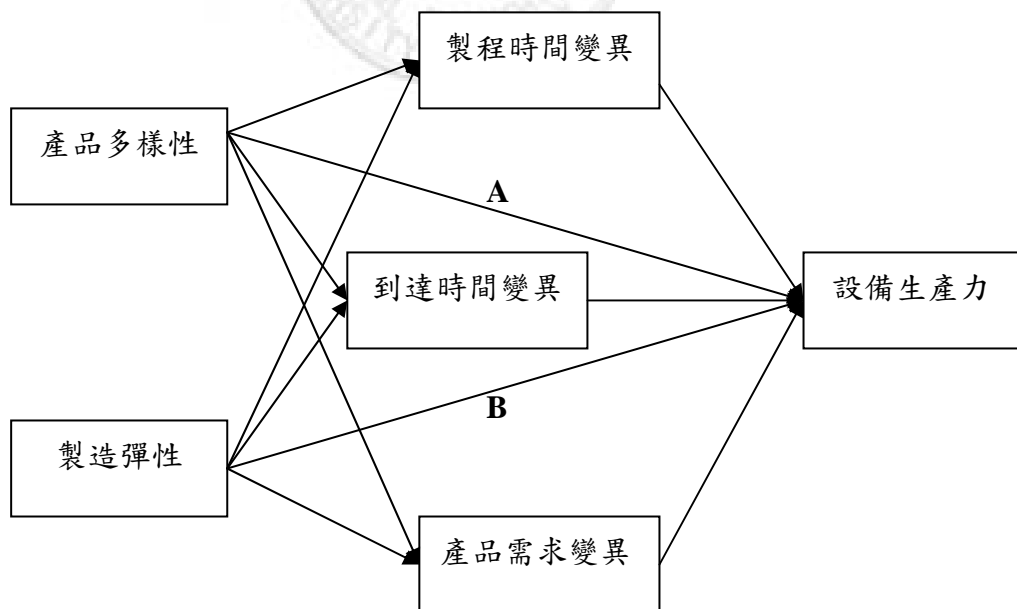


圖 6-1 產品多樣性與製造彈性影響生產績效之觀念性架構

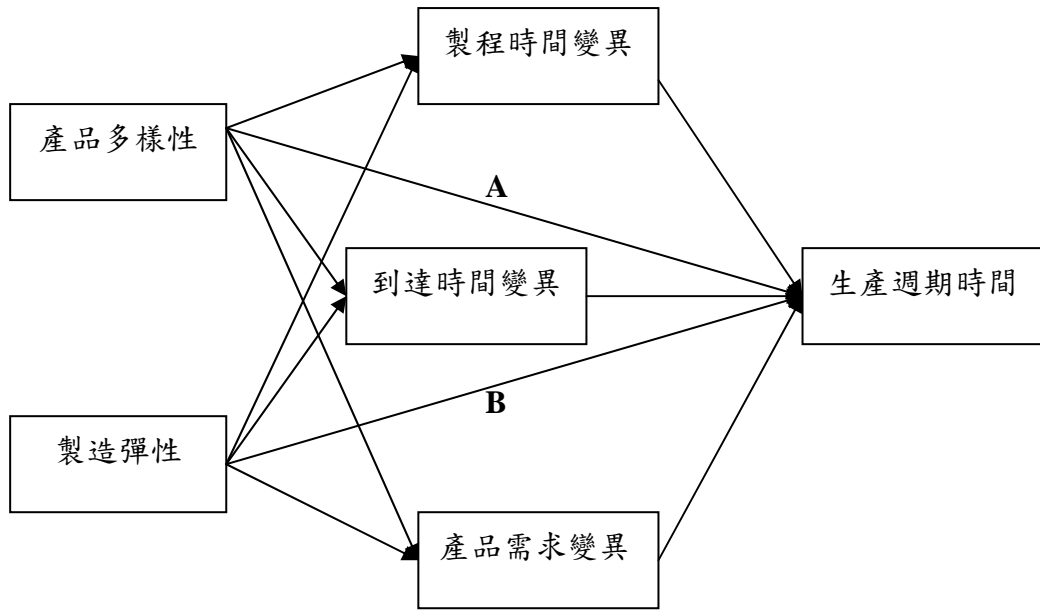


圖 6-1 產品多樣性與製造彈性影響生產績效之觀念性架構(續)

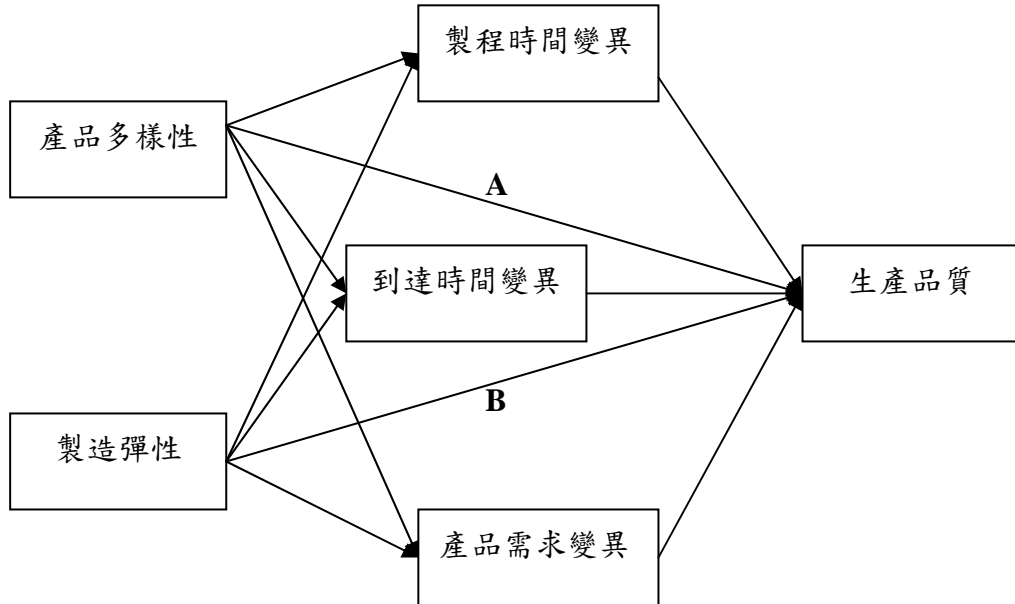


圖 6-1 產品多樣性與製造彈性影響生產績效之觀念性架構(續)

關於研究議題一，本研究主要檢視的是產品多樣性與製造彈性對各項生產

績效衡量的直接關係，亦即觀念性架構圖中的 A、B 二項連結關係，至於製造彈性的部分，基於本研究之研究範圍，將續區分為機器彈性與路徑彈性。

關於研究議題二，本研究擬驗證產品多樣性(外部環境不確定性)如何影響內部環境不確定性，又以第二章第三節所提出之一般性模式(請參見圖 2-1)為基礎，檢視製造彈性如何透過內部不確定性影響生產績效，換言之，即實證測試圖 6-1 之觀念性架構。至於環境不確定性的部分，依據生產管理文獻，內部環境的不確定性主要反映在二項衡量指標上，即製程時間變異性與到達時間變異性(Hopp and Spearman 1996)，製程時間變異性主要捕捉的是單站的環境變異，例如：隨機性當機、人員請假、機台與原物料投入差異、啟動時間等不確定性等，而到達率變異性將捕捉上、下游工作站彼此之間的影响。此外，來自於顧客需求改變所造成的環境不確定性主要反映在產品需求的變異上，同樣是製造彈性存在的前提條件(Correa 1994, 1996)。因此，本研究係以製程時間變異、到達時間變異以及產品需求變異衡量內部環境的不確定性。

關於研究議題三，吾人擬檢視產品多樣性與製造彈性對財務面績效之影響，但其中關於產品多樣性對生產成本的影響部分，囿於資料可取得性之故，本研究並未能直接進行檢測。然而，基於生產成本為一 Bottom line 的衡量，當生產績效發生改變時，最終均會反映在成本的增加或減少上，因此，儘管本研究未能直接檢測產品多樣性對生產成本的影響，但可預期的是：當吾人可觀察到產品多樣性與生產績效之間的關係，應可間接證實產品多樣性對生產成本的影響。

具體而言，依據成本管理文獻，吾人可預期產品多樣性對生產成本之影響主要來自於兩方面：一為對固定成本的影響，另一為對變動成本的影響(Fisher and Ittner 1999)。具體而言，若廠商在規劃產品策略之初，即同時投資於自動化生產設備以因應產品多樣化對生產績效的可能影響時，則產品多樣性的成本將反應在固定設備成本的投資上，但倘若廠商並未進行額外投資，或者額外投資並未能完全消除產品多樣性的影響時，則產品多樣性的成本將會反映在良率的下降、生產週期時間的延長與生產力的下降。

在製造彈性方面，本研究預期：機器彈性與路徑彈性除了直接造成生產成本的改變之外，亦可能間接透過其他生產績效衡量決定生產成本，因此，本研究提出以下之觀念性架構(如圖 6-2 所示)，據以檢視製造彈性對生產成本的直接與間接影響。

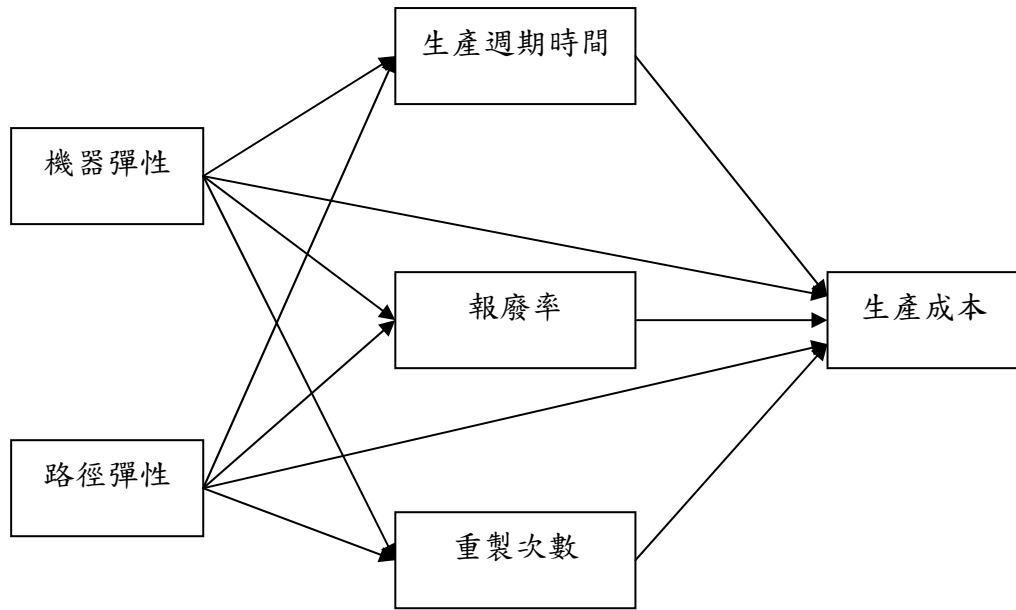


圖 6-2 製造彈性影響生產成本之觀念性架構

## 第二節 研究設計

本研究採實地與實地實證研究方式進行。以一家半導體製造公司為研究對象，作者透過實地訪談、觀察、閱讀書面資料及參與 ABC 專案計劃的機會，了解個案公司之生產流程、成本制度、組織文化及營運與製程特性，並蒐集 6 個月個別機台及個別生產批量水準之資料進行實證。

儘管採小樣本研究會有研究結果缺乏一般性(generazability)的缺點，然而，如此方能取得足夠的質化與量化資料對研究問題進行深入探討。此外，並可避免因公司間生產函數、組織設計、績效評估制度等差異而導致研究結果的不一致，而增加研究結果的強韌性。

在個案公司的選擇方面，由於本論文的研究重心在於產品多樣性與製造彈性對生產績效與生產成本之影響，因此，除須選擇重視產品多樣性與彈性議題的產業外，更重要的是由於本研究採行的是實地實證研究，因此，研究的對象必須確實有彈性的差異存在。依據這些條件，本研究選擇半導體製造業的考量如下：

- (1) 半導體製造業被認為是生產流程最複雜的產業之一，具有複雜的產品流向，隨機性的當機頻率與良率，綜合這些生產特質使得半導體產業面臨比其他產業更高的環境變異性(variability)，也因此製造彈性對半導體業的重要性遠高於其他產業。
- (2) 個案公司採行產品多樣性策略，具有複雜的生產流程，且面臨多變的國際市場，但仍能維持競爭優勢於不墜，掌握全球晶圓代工市場最高的佔有率，居於全球半導體製造業的領導地位，顯見其製造彈性能力的優越性，因此，該公司無異為研究彈性議題的最佳對象。

### 第三節 研究期間、樣本選取與資料蒐集

本研究以 2002 年 2 月至 2002 年 7 月為樣本期間，蒐集兩類資料：(1) 機台水準的資料：包括 6 個月以機台為單位的月資料；以及(2) 6 個月的生產批量水準資料。而在樣本的選擇上，依據本研究之研究問題，為確保樣本與資料的代表性，考慮以下因素：

- (1) 在個廠的選擇上：選擇以產品複雜性最高且績效最佳的廠別作為研究對象，因為這樣的廠別對於製造彈性的需求水準最高，因此無論在生產流程的設計、廠房的佈置、產能投資決策上均會重大考慮製造彈性。
- (2) 在樣本期間的選取上：選擇採用 6 個月的月資料以避免因特定月份之產能利用率或產品組合的異常波動影響分析結果的可靠性。
- (3) 在機台的選取上：將研究期間內該廠所有的機台全部納入，以增加樣本的代表性。
- (4) 在生產批量的選擇上：選擇 6 個月內完成完整之生產程序的生產批量納入，亦即排除只進行部分流程測試的實驗批量以及僅完成部分生產流程的正常批量，以確保樣本的代表性。

## 第一節 資料分析方法

本節主要說明各項實證模型之估計以及各研究假說之統計檢定方法。

### 一、產品多樣性對生產績效之影響(假說一、二、三)

針對假說一至假說三，本研究設計實證模型(M1-1)至(M1-4)，據以分析產品多樣性對設備生產力、生產週期時間與生產品質之影響。針對各實證模型之估計，本研究仔細說明如下：

- (1) **線性迴歸模型**：為測試產品多樣性對各項生產績效之直接影響，本研究首先採用線性迴歸模型，並以迴歸係數t檢定判斷(M1-1)至(M1-4)模型中，變數VARIETY<sub>i</sub>(製程種類數)之係數 $\beta_i^{N1}$ 、 $\beta_i^{N2}$ 、 $\beta_i^{N3}$ 、 $\beta_i^{N4}$ 是否顯著，據以驗證假說一至三是否成立。
- (2) **非線性模型**：為檢視產品多樣性與各項生產績效之間是否存在非線性關係，本研究額外採用對數模型(log-log model)測試產品多樣性對生產績效之影響，同時採用迴歸係數t檢定判斷(M1-1)至(M1-4)模型中，變數VARIETY<sub>i</sub>(製程種類數)之係數的顯著性。
- (3) **存活模型(Duration model)**：由於本研究係以等候理論模型為基礎分析產品多樣性對生產週期時間之影響，背後隱含的假設是：各生產批量的處理與到達均符合隨機過程，因此，為尋求實證分析與理論模型的一致性，本研究另外採用存活期間模型(Duration model)分析之。首先，本研究以Cox 加速失敗時間模型為基礎，分別配適到一般化 Gamma 分配(即 Generalized Gamma Distribution，簡稱GGD)母系下的四種分配型態：即exponential、weibull、lognormal 以及GGD；之後，再透過實地資料進行估計，以驗證產品多樣性與生產週期時間之關係；最後，則以最大概似估計值為基準，找出配適度最佳之實證模型。
- (4) **聯立方程模組**：考慮到設備生產力、生產週期時間、重製率與報廢率均為生產績效指標，彼此之間可能存在相關性，或者可能受到共同因素之影響，為增進模型估計的效率，本研究另採用三階段最小平方法(Three-Stage Least Square，簡稱3SLS)，針對四項迴歸模型進行聯立估計，據以驗證模型(M1-1)至(M1-4)中變數VARIETY<sub>i</sub>(製程種類數)之係數 $\beta_i^{N1}$ 、 $\beta_i^{N2}$ 、 $\beta_i^{N3}$ 、 $\beta_i^{N4}$ 的顯著性。

### 二、製造彈性對生產績效之影響(假說四、五、七、八)

針對假說四、五、七、八，本研究設計實證模型(M2-1)至(M2-4)，據以分析機器彈性與路徑彈性對設備生產力、生產週期時間與生產品質之影響。針對各實證模型之估計，本研究仔細說明如下

- (1) **線性迴歸模型**：針對假說四、五，本研究以個別機台為分析單位，採用OLS進行模型估計，以迴歸係數t檢定判斷模型(M1-3)、(M1-4)與(M2-1)中，路徑彈性變數 $ROUT_t$ 之係數 $\beta_1^{F2}$ 、 $\beta_6^{N3}$ 、 $\beta_6^{N4}$ 是否顯著，以驗證假說四、五是否成立。關於假說七、八，本研究同樣採用迴歸係數t檢定判斷模型(M1-3)、(M1-4)與(M2-2)中機器彈性變數 $MACH_t$ 之係數 $\beta_2^{F1}$ 、 $\beta_5^{N3}$ 、 $\beta_5^{N4}$ 是否顯著，據以驗證假說七、八是否成立。
- (2) **非線性模型**：依據理論模型與彈性文獻，顯示：製造彈性對生產績效的影響力可能隨著彈性水準的增加而遞減，為測試彈性與生產績效之間是否確實存在非線性關係，本研究採用對數模型(log-log model)估計路徑彈性與機器彈性對生產績效之影響，同時採用迴歸係數t檢定判斷各項彈性變數之係數的顯著性。
- (3) **存活期間模型(Duration model)**：關於製造彈性對生產週期時間之影響，本研究係在各生產批量之狀態轉換均符合隨機過程的假設下所發展出來，為增加實證分析與理論模型的一致性，本研究額外採用存活期間模型(Duration model)，據以測試製造彈性對生產週期時間之影響。實證上吾人採用來自於一般化Gamma分配(即 Generalized Gamma Distribution，簡稱GGD)母系下的四種分配型態：即 exponential、weibull、lognormal 以及GGD進行模型估計，並透過SAS軟體先對概似函數中有關的參數與共變數作第一次與第二次微分，之後再運用Newton-Raphson反覆法求算其最佳解。
- (4) **聯立方程模組**：考慮設備生產力、生產週期時間、重製率與報廢率彼此之間可能存在相關性，或者可能受到共同因素之影響，因此，本研究另採用三階段最小平方法(Three-Stage Least Square，簡稱3SLS)，針對四項迴歸模型進行聯立估計，以增進模型估計之效率，據以驗證模型(M1-3)、(M1-4)與(M2-1)中，路徑彈性變數 $ROUT_t$ 之係數 $\beta_1^{F2}$ 、 $\beta_6^{N3}$ 、 $\beta_6^{N4}$ 是否顯著，以及模型(M1-3)、(M1-4)與(M2-2)中機器彈性變數 $MACH_t$ 之係數 $\beta_2^{F1}$ 、 $\beta_5^{N3}$ 、 $\beta_5^{N4}$ 是否顯著。

### 三、製造彈性對生產成本之影響 ( 假說六、九 )

關於假說六與假說九，本研究設計模型(M3-1)至(M3-4)，以生產批量為分析單位，分析機器彈性與路徑彈性對生產成本之影響。關於各實證模型之估計，本研究試說明如下：



- (1) **線性迴歸模型**：採用迴歸係數t檢定判斷模型(M3-4)中路徑彈性變數  $ROUT_t$  與機器彈性變數  $MACH_t$  之係數  $\beta_3^{P4}$ 、 $\beta_4^{P4}$  是否顯著，以驗證假說六與假說九成立與否。
- (2) **非線性模型**：為測試彈性與生產績效之間是否確實存在非線性關係，本研究額外採用對數模型(log-log model)估計路徑彈性與機器彈性對生產成本之影響，同時採用迴歸係數t檢定判斷各項彈性變數之係數的顯著性。此項模型係假設當機器彈性增加 1% 時，可導致生產成本變動  $\beta_3^{P4}\%$ 。
- (3) **路徑分析**：基於彈性變數可能直接影響生產成本，或間接透過對其他生產績效變數影響生產成本，是故，本研究另採用路徑分析檢視製造彈性對生產成本之直接與間接影響。

#### 四、產品多樣性與製造彈性如何影響環境不確定性與生產績效

關於產品多樣性與製造彈性如何透過內部不確定性影響生產績效，本研究採用路徑分析(path analysis)檢視之。估計路徑分析的較普遍的軟體包括有 LISREL, AMOS, SAS 等，本研究採用的是 SAS 系統中之 CALIS 程序，以最大似估計法(Maximum Likelihood Estimation)估計模型參數，並以變異數與共變異數矩陣作為分析基礎。

在研究結果的分析上，首先，採用配適度指標 ( Goodness of Fit Index，簡稱 GFI )、比較配適度指標 ( Comparative Fit Index，簡稱 CFI ) 與常模配適度指標 ( Normed Fit Index，簡稱 NFI ) 進行資料與模型配適度的檢定；之後，採用 t 檢定判定路徑係數 ( Path coefficient ) 的顯著性，俾以決定產品多樣性、路徑彈性、機器彈性、環境不確定性與生產績效間之因果關係及其影響幅度。

#### 五、診斷性分析

針對實證模式(1-1)至(3-4)，本研究採用變異膨脹係數 ( Variance-inflation factor，簡稱 VIF ) 檢定自變數間是否存在共線性；以 White test 檢定迴歸模式是否符合齊性變異數的假設，並進行修正(Greene 1997)；另外，以 Durbin Watson Test 檢定資料是否存在序列相關的問題。

#### 六、敏感性分析：

由於本研究之樣本中同時包含一般機台與量測機台，為檢視機器彈性對生產績效之影響是否係因機台性質不同之故，本研究擬刪除量測機台後再驗證之。