

產量彈性能力決定因素 之實證研究

Determinants of Volume Flexibility Capability: An Empirical Study

張世佳 *Shih-Chia Chang*
銘傳大學
Ming-Chuan University

林能白 *Neng-Pai Lin*
台灣大學
National Taiwan University

摘 要

在面對顧客需求量急遽變化的競爭環境下，積極提昇產量彈性能力，已成爲廠商迅速反應市場變動的重要策略之一；因此，廠商如何正確地從事製造系統之投資或管理活動之投入，以強化其產量彈性能力，係決策者目前面臨的重要課題之一；本研究將產量彈性能力區分爲三種不同類型：產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性，並探討該三種產量彈性類型之決定因素，以作爲廠商提昇或發展產量彈性能力之決策依據；本研究以國內 35 家主機板廠商之資料，利用複迴歸模式進行實證分析，研究結果如下：1. 可程式化生產設備使用程度及良好供應商關係對產量範疇彈性具顯著正面影響作用；2. 可程式化生產設備使用程度、員工技能多樣化程度及良好供應商關係對產量機動彈性具顯著正面影響作用；3. 員工在品質改善活動參與程度及零件共用程度對產量一致彈性具顯著正面影響作用。

關鍵詞：產量彈性能力、產量範疇彈性、產量機動彈性、產量一致彈性

Abstract

In the environment of large fluctuations in customer demand, increasing volume flexibility capability is a critical issue for firms to improve market responsiveness. Production managers have to decide on how to adequately invest in manufacturing systems in order to enhance volume flexibility capability. This research use multiple regression model to analyze the determinants of volume flexibility capability based on the data collected from 35 mother board manufacturing firms. Volume flexibility capability was divided into three distinct types named volume range, volume mobility and volume uniformity flexibility. Our findings are as follows: 1.the degree of using programmable equipment and close supplier relationship are significantly positive associated with volume range flexibility; 2.the degree of using programmable equipment, multi-skill employee, and close supplier relationship are significantly positive associated with volume mobility flexibility; 3.the degree of work force involved in quality improvement programs and the ratio of part commonality are significantly positive associated with volume uniformity flexibility.

Keywords: volume flexibility capability, volume range flexibility, volume mobility flexibility, volume uniformity flexibility.

壹、研究背景

1970s 年代製造文獻極力推崇專精工廠(focused factory)之優點，認為廠商應集中於較狹窄產品線之製造，才能獲得競爭優勢(Skinner, 1974)；然而在面對需求急遽變化的競爭環境下，近年來之製造文獻普遍地認為廠商競爭優勢的新來源之一，在於製造系統具備迅速、高品質且低成本的調整不同產量水準之彈性能力，以因應顧客需求量急劇變化及產品高度顧客化之經營情勢(Suarez, Cusumano & Fine, 1991)，正由於產量彈性能力對企業競爭優勢具重要影響性，因此如何透過正確的製造系統之投資或製造管理活動之投入，以強化廠商之產量彈性能力，已成為企業決策者目前面臨的重要課題之一；近年來有關產量彈性能力之研究議題，雖然受到學術界普遍之關注，但大部份的研究文獻或成果較偏向於概念性文章或個案研究方式，而較少以廠商之密集資料驗證影響產量彈性能力的決定因素(Upton, 1997)；因此，以實證方式探討產量彈性能力的決定因素，除了可彌補上述產量彈性能力相關研究尚屬不足之領域外，亦有助於

決策者爲了發展或提昇產量彈性能力，而能正確地抉擇所應配置之製造資源或從事之製造管理內容，以創造或維持市場的競爭優勢地位。

本研究將產量彈性能力區分爲產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性等三種不同性質之類型，主要研究內容在於探討提昇或影響產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性的決定因素；本文與過去有關產量彈性能力研究文獻不同之處，在於本文同時從產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性等三個本質不同之產量彈性能力類型進行研究，較以往產量彈性能力研究僅從產量範疇彈性或產量機動彈性之單一類型進行研究更具完整性；檢視以往研究產量彈性能力的相關文獻中，較常從本研究產量範疇彈性或產量機動彈性之單一類型進行研究，而從本研究產量一致彈性類型進行研究者，則較爲少見；學者如 Cox(1989)曾從本研究產量範疇彈性類型，探討提昇產量彈性能力之決定因素，其研究成果對於決策者如何提昇產量彈性能力具重要啓示性，但基於產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性係屬於不同性質之能力，該研究僅從產量範疇彈性之單一類型進行探討，恐難以一窺真正提昇產量彈性能力之全貌；因此，本研究除了針對該三種產量彈性能力類型予以明確定義，並發展衡量指標外，亦同時分別探討提昇或影響該三種產量彈性能力類型之決定因素，俾有助於釐清廠商全面提昇產量彈性能力之道。

貳、產量彈性能力類型與決定因素

一、產量彈性能力類型與衡量

「彈性」係指廠商迅速且有效地反應環境變化的能力(Mandelbaum, 1978)，而 Upton (1994)則認爲彈性係指廠商爲了因應環境之變化，在耗費較少時間、成本或績效損失下所能改變的能力，由於彈性一詞之定義可作廣泛性或不同角度之解釋，因此學者們常因所採觀點之不同，而對產量彈性能力有不同定義或命名，但歸納而言，大部分從下列兩種不同觀點予以定義，一則指在可獲利的情況下，廠商所提供不同產量水準的可變動範圍或幅度，來定義產量彈性能力；另一則指廠商在產量水準的可變動範圍或幅度內，變換不同產量水準所需耗費的裝置時間或成本，做爲產量彈性能力之另一定義；Upton (1994)認爲分析產量彈性能力時，需從範疇(range)、機動性(mobility)及一致性(uniformity)等三種不同性質之構面，予以明確區分與探討，其中範疇係指製造系統所能改變的範圍或幅度有多大，若廠商提供的範圍或幅度愈廣，則範疇彈性能力愈大；機動

性是指製造系統從事範疇內之改變時，所需耗費的裝置(set-up)時間或成本，若所需的時間愈短或成本愈低，則機動彈性能力愈高；而一致性則是指製造系統從事範疇內之改變時，其所生產的產品批(lot)之間，在品質績效方面維持良好一致性之能力；由於 Upton 的分析觀點中，除了「範疇」與「機動性」構面涵蓋了過去大部分學者們定義產量彈性能力之兩種不同觀點外，尚包括了過去文獻較少提及之「一致性」構面，而較具完整性。

基於此，本文引用 Upton 之觀點，而將產量彈性能力區分為產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性等三種類型；其中，產量範疇彈性能力是指在可獲利的情況下，製造系統提供不同產量水準的可變動範圍或幅度，若提供產量水準的可變動範圍或幅度愈大，則產量範疇彈性愈高；本研究之產量範疇彈性與 Browne , Dubios & Rathmill (1984)、Gustavsson (1988)和 Gerwin (1987)所謂「產量彈性」係屬同義詞；而與 Feigenbaum & Karnani (1991)所謂之「產出彈性」(output flexibility)係屬同義詞；至於產量範疇彈性之衡量方面，Browne ,Dubios & Rathmill 以製造系統所能生產零件的最小批量，作為衡量指標；Gerwin (1987)則以特定時段內產量變動之平均值對產能限制之比率做為衡量指標；Feigenbaum & Karnani 則以年營業額之標準差(standard deviation)做為衡量指標；Upton (1994)則建議以製造系統在特定期間所提供不同產量水準中，最大產量與最小產量的差距，做為產量範疇彈性的衡量指標；此外，Suarez ,Cusumano & Fine (1996)則以連續三年中，每年單月最大產量與單月最小產量差距的平均變動量，作為產量範疇彈性之衡量方式。

其次，產量機動彈性能力是指製造系統在進行不同產量水準的調整時，所需耗費的前置時間或成本，其中前置時間包括生產線或機器裝置(set-up)時間在內，若所耗費的時間或成本愈少，則產量機動彈性能力愈高，若所耗費的時間或成本愈多，則產量機動彈性能力愈低；本研究之產量機動彈性與 Slack (1983)所謂「產量彈性」和 Son & Park (1987)所謂「需求彈性」(demand flexibility)係屬同義詞；有關產量機動彈性之衡量方面，Son & Park 以特定時段內之總產量除以成品之儲存成本及缺貨成本的比率，做為衡量指標。

此外，產量一致彈性能力是指製造系統在所提供的不同產量水準範疇內進行變動時，不同產量水準下所生產產品批彼此間品質維持一致性的能力；當製造系統的產量水準維持固定不變時，由於不必時時變換不同的生產批量，生產人員將能熟練於日復一日之製造條件及方式，因此較易於達到穩定的品質水準，但當製造系統時常調整不同的產量水準時，由於必須時常更改或變動製造

條件與參數(parameter)，而往往造成產品的品質下降，因此產量一致彈性愈高之工廠，在進行不同產量水準的調整生產時，則愈能保持產品批之間良好的品質一致性(Upton, 1994; 1995; Suarez, Cusumano & Fine, 1995; 1996)；有關產量一致性彈性的衡量方面，Upton (1995)建議以廠商在所提供的各種不同產量水準下，所生產的不同產品批彼此間品質的差異性做為衡量指標。

二、產量彈性能力的決定因素

根據製造文獻之歸納，影響產量彈性能力的決定因素主要包括：可程式化或彈性化生產設備之投資、員工積極參與品質改善活動、外包商關係、多彈性人工之培養及零件共用程度；De Meyer, Nakane, Miller & Ferdows (1989)研究歐洲、北美及日本企業在製造管理活動的執行程度時，指出日本企業較歐洲、北美企業投資更大量之彈性生產設備，而且耗費更大的努力與外包商維持良好的關係，及較傾向於訓練多技能員工，促使其生產製程具較高之彈性，而有助於提昇其迅速調整不同產量水準的生產能力；Swamidass & Newell (1987)研究製造策略、環境不確定性及事業績效之因果關係時，建議廠商使用彈性化的生產設備、積極推動員工參與品質改善活動和培養多技能員工等有關降低機器設備裝置時間之製造管理活動，將有助於提昇廠商從事少量多樣生產方式，所必須具備迅速調整不同產量水準之彈性能力；Sethi & Sethi (1990)的研究指出，廠商提昇產量彈性能力的方法包括：訓練多技能員工使其具備從事不同生產線作業或操作不同性質機器設備之能力，及使用可程式化(programmable)的彈性生產設備。

此外，Sanchez (1995)研究資源彈性(resource flexibility)與產品策略之關係時，認為廠商發展共用零件(part commonality)，使其能廣泛使用於不同的產品機種，除了有助於廠商從事少量多樣生產外，亦可降低不同產量水準變換生產所需的裝置時間；Gerwin (1993)研究環境不確定性與製造彈性之關係時，建議廠商應積極推動共用零件、與外包商保持緊密關係、使用可程式化生產設備及員工積極參與持續性品質改善活動，藉以提昇廠商從事小批量生產或少量多樣顧客化生產之彈性能力；此外，Kidd (1994)認為提高共用零件的比率，可降低產品組裝及品質檢驗之複雜性，而使廠商在面對少量多樣的生產方式下，仍維持高品質水準；也就是廠商在從事不同產量水準的彈性變換生產下，提昇產品之零件共用比率，較易於維持各種不同產量水準下所生產產品批彼此間品質之一致性。

Tannous (1996)以染整業(dyeing industry)為研究對象，從本研究產量範疇彈性類型，探討如何投資彈性化生產設備以提昇產量彈性能力之道，然而基於產量彈性能力係由產量範疇彈性、產量機動彈性與產量一致彈性等三種不同性質之類型所構成，若僅從產量範疇彈性之單一類型，探討產量彈性能力之決定因素，實難以一窺廠商提昇產量彈性能力之全貌，因此本研究將同時探討該三種產量彈性能力類型之決定因素，俾能對產量彈性能力提昇之道做更完整之剖析。

參、研究架構與假設

一、研究架構

本研究將產量彈性能力區分為產量範疇、產量機動及產量一致彈性等三種不同性質之類型，但基於廠商為了提昇不同類型之產量彈性能力，所需從事之製造系統之投資或製造管理活動之投入將有所不同，因此探討影響該三種產量彈性能力類型之決定因素為本研究議題；又根據前文獻探討指出，影響產量彈性能力之決定因素包括：可程式化生產設備使用程度、員工在品質改善活動參與程度、員工技能多樣化程度、供應商關係及零件共用程度，故本研究架構如圖 1。

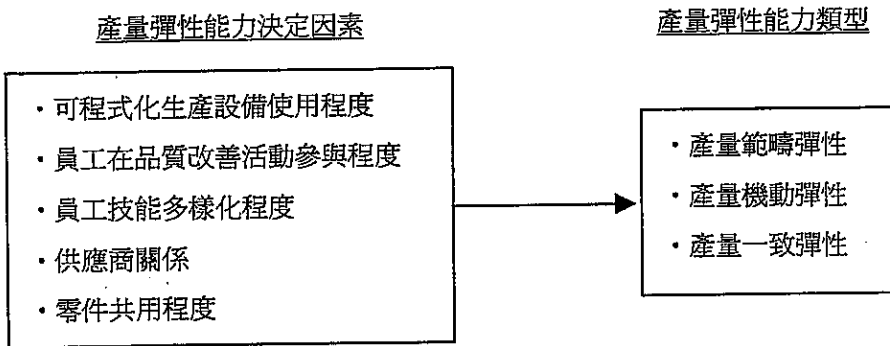


圖 1 研究架構

二、研究假設

根據研究架構，探討產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性之決定因素為本研究內容，因此本節將建立產量彈性能力決定因素，對產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性影響關係之研究假設。

(一)可程式化生產設備使用程度與產量彈性能力類型之關係

利用可程式化生產設備，除了有利於廠商從事更大幅度之不同產量水準的調整能力外，亦可縮短製造系統從事不同產量水準彈性變換生產所需之裝置時間，以因應小批量生產的市場環境需求(Sethi & Sethi, 1990; Levary, 1994)，因此可程式化之彈性生產設備對產量範疇彈性及產量機動彈性具正面助益性；廠商利用彈性化的製造設備如可程化生產設備，將可減少製造系統在進行不同生產批量彈性變換生產所需之裝置時間(Tannous, 1996)，也就是可程式化生產設備對產量機動彈性具正面助益性，基於上述學者們之論述，本研究提出下列假設：

H_{1a}：可程式化生產設備使用程度對產量範疇彈性具顯著正向影響作用。

H_{1b}：可程式化生產設備使用程度對產量機動彈性具顯著正向影響作用。

(二)員工在品質改善活動參與程度與產量彈性能力類型之關係

員工積極參與製程改善或持續性品質改善活動時，將針對製程合理化提出各種改善措施，而可降低製造系統進行不同產量水準變換生產所需之換線時間，使廠商更有利於因應顧客化市場需求的急劇變動(Monden, 1981; Krafcik, 1988; Stalk & Hout, 1990; Kotha, 1995)；因此員工參與品質改善活動對產量機動彈性具正向影響關係；此外，員工積極參與品質改善活動對產品品質水準之提昇具相當助益性(Juran, 1978; Flynn, Schroeder & Sakakibara, 1995)，而產品品質的提昇，將有利於廠商從事不同產量水準之彈性生產調整時，維持各種不同產量水準下所生產產品批彼此間品質的一致性，而擁有較高之產量一致彈性；基於以上之論述，本研究提出下列假設：

H_{2a}：員工在品質改善活動參與程度對產量機動彈性具顯著正向影響作用。

H_{2b}：員工在品質改善活動參與程度對產量一致彈性具顯著正向影響作用。

(三)員工技能多樣化程度與產量彈性能力類型之關係

廠商積極培養能從事不同工作內容或操作不同性質機器設備之多技能員工，將有利於製造系統從事不同產量水準的生產變換時，進行生產線之彈性調度(Gerwin, 1989)，因而提昇廠商從事更大範疇或幅度之不同產量水準調整能力，因此員工技能多樣化程度對產量範疇彈性具正向的影響關係；此外，廠商培養多技能員工時，由於員工經常在不同的生產線或不同的生產作業進行彈性調度，將較培養之單技能員工更熟練於不同生產線的作業方式，而可降低製造系統從事不同產量水準生產調整所需之換線時間(De Meyer, Nakane, Miller & Ferdows, 1989; Upton, 1994)；因此，員工技能多樣化對產量機動彈性具正面影響關係；基於此，本研究提出下列之假設：

H_{3a}：員工技能多樣化程度對產量範疇彈性具顯著正向影響作用。

H_{3b}：員工技能多樣化程度對產量機動彈性具顯著正向影響作用。

(四)供應商關係與產量彈性能力類型之關係

廠商與供應商保持良好的合作關係時，由於供應商在交期、品質的高度配合(Saraph, 1989)，製造系統在進行不同產量水準的生產調整時，較不易造成停工待料之現象，而有利於廠商從事更大幅度之不同產量水準的調整能力，因此良好的供應商關係對產量範疇彈性具正面助益性；廠商與供應商建立健全的資訊分享機制，如透過雙方在生產計劃或品質資訊方面之交流與互動，係雙方保持良好合作關係的重要特徵之一(Juran, 1978)，而健全的資訊分享機制及良好的互動關係，將有利於供應商迅速且準確地供應零件，並大幅縮短或降低廠商進行不同產量水準變換所需之換線時間，因而提昇廠商從事不同產量水準調整生產之機動性；此外，廠商與供應商保持互相信賴之關係時，供應商將積極參與廠商之各項品質改善活動，促使廠商從事不同產量水準之生產調整時，易於維持不同產量水準下所生產產品批彼此間品質的一致性；基於以上之論述，本研究提出下列假設：

H_{4a}：供應商關係對產量範疇彈性具顯著正向影響作用。

H_{4b}：供應商關係對產量機動彈性具顯著正向影響作用。

H_{4c}：供應商關係對產量一致彈性具顯著正向影響作用。

(五)零件共用程度與產量彈性能力類型之關係

當產品中所使用零件的共用程度愈高，則廠商開發各種新零件的需求將隨之降低，因而減少產品所需之零件數目(Whitney, 1988; James, Dean &

Susman, 1989), 當產品所需零件數目減少時, 將降低生產備料所需的前置時間, 因而提昇廠商從事不同產量水準調整之機動能力, 因此零件共用程度對產量機動彈性具正面影響關係; 此外, Kidd (1994)及 Longowitz (1991)認為零件的共用程度越高, 則產品使用零件的數目將大幅降低, 產品的組合與裝配程序將更為簡化, 因而提昇產品之整體品質水準及可靠性; 因此零件共用程度越高, 廠商在從事不同產量水準之彈性生產調整時, 較易於維持不同產量水準下所生產產品批彼此間品質之一致性; 基於以上學者之論述, 本研究提出下列假設:

H_{5a}: 零件共用程度對產量機動彈性具顯著正向影響作用。

H_{5b}: 零件共用程度對產量一致彈性具顯著正向影響作用。

肆、研究方法

一、樣本

本研究係以主機板廠商為實證對象, 而選擇主機板廠商之主要原因有三: 1. 主機板廠商屬於中游產業(intermediate industry), 因此必須快速且持續性地推出不同機種之主機板, 以因應使用主機板之個人電腦製造商, 所面對電腦主產品及相關週邊產品功能迅速更新替換之激烈競爭環境, 因此主機板產業對產量彈性能力之需求相當殷切; 2. 主機板產業屬於中游產業, 所以主機板廠商大都偏向製造導向, 而較少偏向於最終產品之銷售導向, 因此該產業符合本研究以製造商為研究對象之需求; 本研究進行抽樣時, 係以主機板廠商之事業策略單位為問卷之抽樣個體, 共發 109 份問卷, 回收 38 份, 回收比率 34.8%, 其中無效樣本數 3 份, 有效樣本數 35 份。

二、變數之衡量

根據前研究架構, 本研究之變數衡量包括兩部分: 產量彈性能力類型及產量彈性能力決定因素, 本節將針對該兩部份變數之衡量進行論述。

(一)產量彈性能力類型之衡量

本研究將產量彈性能力區分為三種類型: 產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性, 而根據前文對該三種產量彈性能力類型之定義, 本研究提出之衡量方式如下。

1.產量範疇彈性之衡量

$$VR = \frac{\max_{i,j}\{V_{ij}\} - \min_{i,j}\{V_{ij}\}}{\left(\sum_{j=1}^{12} \sum_{i=1}^2 V_{ij}\right) \div 24}$$

此處：VR 為產量範疇彈性； V_{ij} 為特定年度內全廠單月主機板之生產量， $i=1,2$ ； $j=1,2\dots 12$ ；其中 $i=1$ 代表民國 86 年度， $i=2$ 代表民國 87 年度， j 代表各月份。

該公式中，除以主機板產品在本研究衡量期間(民國 86 年到 87 年)之月平均生產量之目的，主要在於消除研究之廠商彼此間可能因生產規模差異太大，而造成產量範疇彈性衡量之偏差；例如 A 廠商與 B 廠商在民國 86 年到 87 年期間單月最高與單月最低生產量之差距皆為 10 片時，若 A 廠商之平均月生產量為 1000 片，高於 B 廠商之平均月生產量 100 片時，則顯然 B 廠商的產量範疇彈性能力高於 A 廠商。

2.產量機動彈性之衡量

$$VM = \frac{VR}{\left(\sum_{i=1}^2 AC_i\right) \div 2}$$

此處：VM 為產量機動彈性； AC_i 為特定年度單片主機板之平均人工費用， $i=1,2$ ；其中 $i=1$ 代表民國 86 年度， $i=2$ 代表民國 87 年度。

根據 Suarez , Cusumano & Fine (1996)之觀點指出，以廠商在調整不同產量水準所需的裝置時間或人工成本可做為產量彈性衡量的另一角度，若所需之裝置時間愈短或人工成本愈低，則產量彈性能力愈高，因此本研究以產量範疇彈性(VR)除以民國 86 年及 87 年單片主機板之平均人工費用，作為產量機動彈性之衡量方式。

3.產量一致彈性之衡量

由於先前未曾有學者對產量一致彈性進行衡量，因此本研究引用 Upton (1994)對一致彈性之定義，認為廠商從事不同產量水準之變換時，若能維持各種不同產量水準下所生產產品批彼此間品質之一致性，謂之產量一致彈性，來作為衡量之依據，本研究衡量之方式如下。

$$VU = \left[\frac{\max_{i,j}\{Q_{ij}\} - \min_{i,j}\{Q_{ij}\}}{\left(\sum_{i=1}^2 AQ_i\right) \div 2} \right]$$

此處：VU 為產量一致彈性； Q_{ij} 為特定年度內主機板產品之單月品質不良率， AQ_i 為特定年度之主機板產品品質不良率， $i=1,2$ ； $j=1,2,\dots,12$ ；其中 $i=1$ 代表民國 86 年， $i=2$ 代表民國 87 年， j 代表月份。

該公式中除以主機板產品在民國 86 年及 87 年之平均品質不良率，主要在於消除可能由於研究之廠商彼此間目前所處的品質水準差異太大，而造成產量一致彈性衡量之偏差，因為廠商單月最高不良率與最低不良率之差距相同時，廠商所需之努力程度可能是不一樣的；例如 A 廠商與 B 廠商之單月最高不良率與最低不良率之差距皆一樣，但若 A 廠商目前之平均品質不良率遠低於 B 廠商時，在同樣的差距下，則 A 廠商在品質方面所獲得之努力成果顯然是高於 B 廠商的，也就是 A 廠商之產量一致彈性能力較高於 B 廠商；至於公式取負號主要基於實證分析時，便於表達產量一致彈性值愈大，代表產量一致彈性愈佳之意涵。

(二)產量彈性能力決定因素之衡量

根據前研究架構，影響產量彈性能力之決定因素包括：可程式化生產設備使用程度、員工在品質改善活動參與程度、員工技能多樣化程度、供應商關係及零件共用程度，至於產量彈性能力決定因素之變數衡量方式如下。

1.可程式化生產設備使用程度之衡量

主機板產品的製造過程中，主要透過表面黏著技術(surface mounted technology; SMT)、自動插件及手工插件等製程所完成，其中 SMT 係屬於高度可程式化之生產設備，而根據 Suarez, Cusumano & Fine (1996)研究印刷電路板裝配業時，指出 SMT 之使用數目或套數，可作為可程式化生產設備使用程度的重要指標之一；因此，本研究係由抽樣廠商於問卷上，分別填寫其民國 86 年及民國 87 年可供生產使用之 SMT 設備套數，再據以加總平均，而取得民國 86 年及 87 年期間 SMT 設備之平均使用套數，以作為可程式化生產設備使用程度之客觀衡量指標。

2.員工技能多樣化程度之衡量

本研究採 Cox (1989)之建議，以特定年度內曾經接受二項以上不同工作內容輪調之生產線員工人數除以全廠員工人數比值，作為員工技能多樣化程度之衡量指標；因此，本研究以抽樣廠商分別在民國 86 及民國 87 年員工技能多樣化程度之平均值作為客觀衡量指標。

3.員工在品質改善活動參與程度之衡量

本研究係以抽樣廠商分別在民國 86 年及民國 87 年度曾經參與品質改善活動之生產線員工人數除以全廠員工人數比值之平均數，作為員工在品質改善活動參與程度之客觀衡量指標。

4.零件共用程度之衡量

有關零件共用程度之衡量方面，可以兩種指標來加以衡量，一則以每一片主機板共用零件數目除以總零件數目之比值，另一則以共用零件成本除以總零件成本之比值作為衡量指標，然而本研究基於前者衡量指標較能代表製程加工或組裝程序複雜性之簡化程度，而採前者之衡量方式，因此由抽樣廠商於問卷上，分別填寫其民國 86 年及 87 年度主機板產量中最暢銷機種之共用零件的個數及零件總數目，再由本研究據以分別計算出民國 86 年及 87 年之零件共用比率，並予以平均，而作為零件共用程度之客觀衡量指標。

5.供應商關係之衡量

供應商關係之衡量方面，以品質為供應商的第一選擇要件(Garvin, 1983)、供應商在新產品發展過程的參與程度、提供供應商技術協助、供應商在品質與交期方面之配合度(Saraph, Benson & Schroder, 1989)，係評估供應商關係的重要指標，因此本研究採該兩位學者之觀點，以 Likert 七點尺度評量，由製造部門決策主管針對該公司民國 86 年及 87 年期間，在供應商對品質的配合程度、供應商對交期的配合程度、供應商在新產品發展過程參與程度及對供應商提供技術協助程度等方面之執行情形進行評估，並將所得之評估值予以平均，作為與供應商關係之衡量指標。

三、分析方法

為了驗證研究假設，本研究以產量彈性能力之決定因素：可程式化生產設備使用程度、員工在品質改善活動參與程度、員工技能多樣化程度、供應商關

係及零件共用程度為自變數，而分別以產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性為依變數，進行複迴歸分析，但在進行複迴歸模式分析之前，實有必要對產量彈性能力之決定因素進行 Pearson 相關分析，以確認自變數彼此之間，是否可能由於相關性太高，造成複共線性(multicollinearity)問題，致使某些產量彈性能力決定因素之解釋能力，為其他因素所消滅；表 1 係產量彈性能力決定因素之 Pearson 相關矩陣，根據相關矩陣顯示，該五項決定因素彼此相關性皆未達 $\alpha=0.05$ 之顯著水準，足見相關性不高，不致有複共線性問題，而適合進行下一階段之複迴歸分析。

表 1 產量彈性能力決定因素之 Pearson 相關分析

產量彈性能力決定因素	PF	QP	SV	SR	PC
PF：可程式化生產設備使用程度	1.00000 (0.0)	-0.25648 (0.1369)	0.28783 (0.0936)	-0.32461 (0.0571)	-0.31715 (0.0634)
QP：員工在品質改善活動參與程度	-0.25648 (0.1369)	1.00000 (0.0)	-0.03400 (0.8463)	0.15816 (0.3642)	0.06127 (0.7266)
SV：員工技能多樣化程度	0.28783 (0.0936)	-0.03400 (0.8463)	1.00000 (0.0)	0.06245 (0.7215)	-0.10629 (0.5434)
SR：供應商關係	-0.32461 (0.0571)	0.15816 (0.3642)	0.06245 (0.7215)	1.00000 (0.0)	-0.13091 (0.4535)
PC：零件共用程度	-0.31715 (0.0634)	0.06127 (0.7266)	-0.10629 (0.5434)	-0.13091 (0.4535)	1.00000 (0.0)

表中之數值，上為相關係數，括弧者為 p 值。

伍、研究結果與討論

本研究以產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性為依變數，產量彈性能力之五項決定因素為自變數進行複迴歸分析，所得之實證結果彙整如表 2，根據表 2 顯示該三組複迴歸模式之 ANOVA 檢定 P 值分別為 0.0312、0.0016 及 0.0009，皆達 $\alpha=0.05$ 之顯著水準，而 R^2 值分別為 0.3321、0.4712 及 0.4939。

首先，就可程式化生產設備使用程度對產量彈性能力類型之影響關係而言，根據表 2 之實証結果顯示，可程式化生產設備使用程度對產量範疇彈性及

產量機動彈性皆具顯著的正向影響作用，支持研究假設 H_{1a} 、 H_{1b} ；由於本研究係以主機板廠商使用表面黏著技術(SMT) 生產設備之套數，作為可程式化生產設備使用程度之衡量指標，因此研究結果顯示，屬於可程式化生產設備之 SMT，除了可降低主機板廠商為了因應顧客訂單需求量之急劇變化，所從事不同產量水準彈性變換生產所需之裝置時間，而提昇其產量機動彈性外，亦有利於廠商從事更大幅度之不同產量水準變換生產的產量範疇彈性能力。

就員工在品質改善活動參與程度對產量彈性能力類型之影響關係而言，表 2 實証結果顯示，員工在品質改善活動參與程度對產量一致彈性具顯著正向影響作用，支持研究假設 H_{2b} ，因此主機板廠商推動員工積極參與品質改善活動時，將提昇其產品品質水準，而有利於廠商在從事不同產量水準變換生產時，強化其產量一致彈性能力；此外，實証結果亦顯示員工在品質改善活動的參與程度對產量機動彈性不具顯著正向影響作用，則不支持研究假設 H_{2a} ，而產生此實証結果的原因，可能係由於本研究對員工在品質改善活動參與程度之變衡量深度不夠所致，本研究係以曾經參與品質改善活動的生產線員工人數除以全廠員工人數比率，作為員工在品質改善活動參與程度之衡量指標，至於生產線員工在品質改善活動參與過程中，提出如何降低製造系統進行不同產量水準變換所需換線時間，以提昇產量機動彈性能力之各項製程品質改善措施內容與執行成效，並未予以深入衡量與分析，而可能造成員工在品質改善活動參與程度對產量機動彈性之不具顯著正向影響作用；因此深入探討員工在品質改善活動過程中所提出製程品質改善措施與內容的執行結果，對產量機動彈性之影響關係，將是本研究未來努力方向之一。

其次，就員工技能多樣化程度對產量彈性能力類型之影響關係而言，表 2 實証結果顯示，員工技能多樣化程度對產量機動彈性具顯著正向影響作用，支持研究假設 H_{3b} ；此外，員工技能多樣化程度雖然對產量範疇彈性具正面影響性($b=0.024894$, $p=0.8782$)，但卻未達 $\alpha=0.05$ 之顯著水準，而不支持研究假設 H_{3a} ；由實証結果可知，主機板廠商積極培養多技能員工時，由於較培養之單技能員工更熟練於不同生產線之作業方式與內容，而可降低其從事不同產量水準調整生產所需的裝置時間，因此對產量機動彈性能力之提昇，具顯著正面影響效果，另一方面廠商培養多技能員工，雖然較有利於其從事不同產量水準生產之人員調度，但卻僅能稍有助於廠商從事更大幅度之不同產量水準生產的產量範疇彈性能力。

就供應商關係對產量彈性能力類型的影響作用而言，表 2 實証結果顯示廠

商與供應商保持良好合作關係，對產量範疇彈性及產量機動彈性皆具顯著正向影響效果，分別支持研究假設 H_{4a} 及 H_{4b} ；很明顯地，廠商與供應商彼此雙方保持良好合作與信賴關係時，將提昇供應商迅速且準時交貨的配合意願，由於供應商之迅速交貨性將可降低廠商進行不同產量水準生產變換所需的換線時間，而強化其產量機動彈性能力，又由於供應商在準時交貨之高度配合，將可大幅降低供貨的不確定性，而有利於廠商從事更大幅度之不同產量水準變換生產的產量範疇彈性能力；但另一方面，供應商關係雖然對產量一致彈性具正向影響性($b=0.070405$, $p=0.6363$)，卻未達 $\alpha=0.05$ 之顯著水準，則不支持研究假設 H_{4c} ，很顯然地供應商的良好關係，對於廠商從事不同產量水準之彈性生產時，維持不同產量水準下所生產產品批彼此間品質一致性之能力，並不具顯著影響性。

此外，就零件共用程度對產量彈性能力類型影響關係而言，實証結果顯示零件共用程度對產量一致彈性具顯著正向影響作用，支持研究假設 H_{5a} ；很顯然地當主機板廠商使用共用零件的比率愈高，將大幅簡化產品的組裝及品質檢驗的複雜性，因而提昇產品之整體品質水準，由於產品整體品質水準的提高，將有利於廠商在從事不同產量水準的彈性變換時，維持不同產量水準下所生產產品批彼此間品質的一致性，而對其產量一致彈性能力具正面助益性；此外，零件共用程度雖然對產量機動彈性具正面影響性($b=0.248368$, $p=0.1030$)，但卻未達 $\alpha=0.05$ 之顯著水準，則不支持研究假設 H_{5b} ，而產生此實証結果之可能原因，本研究認為有二：1. 主機板廠商積極推動共用零件，雖然可減少產品所需的零件數目而降低生產備料時間，但所縮短之生產備料時間可能僅佔製造系統從事不同產量水準生產變換所需換線時間之極小比例，因而造成零件共用程度對產量一致彈性雖具正面作用，但卻不具顯著影響性之實証結果；2. 另一方面，若相較於前實証結果顯示供應商良好關係對產量機動彈性具顯著正向影響關係而言，顯然與供應商保持良好信賴關係下，由於供應商在準時交貨及迅速交貨的高度配合，而對製造系統從事不同產量水準變換生產所需之換線時間較具關鍵影響性，亦有可能抵減廠商積極推動共用零件所產生備料時間縮短之效益，因而造成零件共用程度對產量機動彈性能力之不具顯著貢獻性。

表 2 產量彈性能力類型決定因素之複迴歸分析結果

產量彈性能力類型 產量彈性能力決定因素	R ₁ 複迴歸模式 產量範疇彈性	R ₂ 複迴歸模式 產量機動彈性	R ₃ 複迴歸模式 產量一致彈性
可程式化生產設備使用程度	+* 0.498388 (0.0124)	+* 0.390508 (0.0259)	0.008069 (0.9608)
員工在品質改善活動參與程度	-0.092833 (0.5604)	-0.075658 (0.5937)	+** 0.511244 (0.0008)
員工技能多樣化程度	0.024894 (0.8782)	+* 0.359895 (0.0178)	0.262064 (0.0716)
供應商關係	+** 0.496987 (0.0064)	+** 0.507739 (0.0021)	0.070405 (0.6363)
零件共用程度	0.076878 (0.6464)	0.248368 (0.1030)	+** 0.402739 (0.0092)
ANOVA 檢定 P 值	0.0312*	0.0016**	0.0009**
R ² 值	0.3321	0.4712	0.4939

“+” : 顯著正向影響關係

“空白” : 無顯著影響關係

樣本數(N) : 35

表內數值 : 上為複迴歸係數，括弧者為 P 值

** : P<0.01 ; * : P<0.05

陸、結 論

過去有關產量彈性能力之研究文獻中，大都從本研究產量範疇彈性或產量機動彈性之單一類型進行研究，有時甚而將該兩種本質不同之類型互相混為一用外，同時亦較少從本研究之產量一致彈性類型進行相關議題研究，然而根據本研究以國內主機板廠商為研究對象之實証結果顯示，對產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性具顯著影響性之決定因素係有所不同的，如可程式化生產設備使用程度及良好供應商關係對產量範疇彈性具顯著正向影響作用；可程式化生產設備使用程度、員工技能多樣化程度及良好供應商關係對產量機動彈性具顯著正面影響作用；員工在品質改善活動參與程度及零件共用程度對產量一致彈性具顯著正面助益性；換言之，基於產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性係本質不同之三種產量彈性能力類型，廠商為了提昇該三種產量彈性能力類型所從事製造系統之投資或管理活動之投入是有所不同的，因此在研究上若未能針對產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性予以明確區分與定義，則恐難以釐清廠商全面提昇產量彈性能力之道。

因此，就理論與管理涵意而言，本研究嘗試分別針對產量範疇彈性、產量機動彈性及產量一致彈性能力所作之釐清與定義，並發展衡量的指標，除了可作為日後研究產量彈性能力相關議題之參考外，亦可做為企業管理者為了提昇不同產量彈性能力類型，所應投資之製造資源或從事之製造管理內容的決策參考。

根據實證結果顯示，良好的供應商關係對產量範疇彈性及產量機動彈性皆具顯著的正面影響作用，顯見廠商與供應商維持良好的合作關係，對產量範疇彈性及產量機動彈性能力之提昇，具重要影響性，但基於客觀衡量指標之不易，本研究係以製造部門或品管部門決策主管之主觀認知，作為供應商關係之衡量指標，然而個人認知之衡量較易受主觀意識之影響，而可能造成研究偏差，實為本研究限制之一，但基於供應商關係之重要性，因此建立供應商關係之客觀衡量指標，並深入探討廠商與供應商之互動內容，對產量範疇彈性及產量機動彈性之影響性實具必要性，而為本研究未來努力方向之一；其次，零件共用程度對產量一致彈性具顯著正向影響效果，因此零件共用程度對產量一致彈性能力之提昇具重要貢獻性，然而零件共用程度之衡量可採兩種不同指標，一則以每一片主機板之共用零件數目除以總零件數目之比值，另一則是以每一片主機板共用零件成本除以總零件成本之比值，但本研究為了反應組裝程序複雜性之

簡化程度，而採前者為衡量指標，有可能較難以展現零件共用程度衡量之完整性，而為本研究之另一限制，因此建立零件共用程度更完整性與嚴謹性之綜合衡量指標，為本研究未來努力之另一方向。

參考文獻

- Browne, J. D. Dubois, K. Rathmill, S.P. Sethi, and K.E. Stecke. 1984. Classification of flexibility manufacturing system. *The FMS Magazine*, 2(2): 114-117.
- Chen, I.J. R.J. Calantone, & C.H. Chung. 1991. The marketing—manufacturing interface and manufacturing flexibility. *Omega*, 20(4): 431-443.
- Cox, T. 1989. Towards the measurement of manufacturing flexibility. *Production and Inventory Management Journal*, 1: 68-89.
- De Meyer, A. J. Nakane, J.G. Miller, and K. Ferdows. 1989. Flexibility: The next competitive battle the manufacturing futures survey. *Strategic Management Journal*, 10: 135-144.
- Feigenbaum, A. and A. Karnani. 1991. Output flexibility: A competitive advantage for small firms. *Strategic Management Journal*, 12(2): 101-114.
- Flynn, B.B. R.G. Schroeder, and S. Sakakibara. 1995. The impact of quality management practices on performance and competitive advantage. *Decision Sciences*, 26(5): 659-691.
- Garvin, D.A. 1983. Quality on the line. *Harvard Business Review*, 61(5): 65-75.
- Gerwin, D.A. 1984. Japanese quality management. *Columbia Journal of World Business*, 19(3): 3-12.
- Gerwin, D.A. 1987. An agenda for research on the flexibility of manufacturing processes. *International Journal of Operations and Production Management*, 7(1): 38-49.
- Gerwin, D. A. 1989. Manufacturing flexibility in the CAM era. *Business Horizons*, 32(1): 78-84.
- Gerwin, D.A. 1993. Manufacturing flexibility: A strategic perspective. *Management Science*, 39(4): 395-410.
- Gustavsson, S.O. 1988. Flexibility and productivity in complex production process. *International Journal of Production Research*, 22(5): 801-808.
- James, W.D. Jr. Dean, and G.I. Susman. 1989. Organizing for manufacturable design. *Harvard Business Review*, 67(1): 28-36.
- Juran, J.M. 1978. Japanese and western quality—A contrast. *Quality Progress*, 11: 10-18.
- Kekre, S. and K. Srinivasan. 1990. Broader product line: A necessity to achieve success. *Management Science*, 36(10): 1216-1231.

- Kidd, P.T. 1994. *Agile Manufacturing Forging New Frontier*, MA: Addison-Wesley.
- Kotha, S. 1995. Mass customization: implementing the emerging paradigm for competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 16: 21-42.
- Krafcik, J.F. 1988. Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 30(1): 41-52.
- Levary, R.R. 1994. Programmable automation in manufacturing systems. *Industrial Management*, 3: 21-26.
- Longowitz, N. 1991. Business competitive through design for manufacturing. *Industrial Management*, 4: 29-31.
- Mandelbaum, M. 1978. *Flexibility in decision making: A exploration and unification*. unpublished doctoral dissertation, University of Toronto, Toronto, Canada.
- Monden, Y. 1981. Toyota production smoothing methods: Part 1. *Industrial Engineering*, 13(8): 42-51.
- Sanchez, R. 1995. Strategic flexibility in volume competition. *Strategic Management Journal*, 16: 136-159.
- Saraph, J.V. Benson, P. G., & Schroder, R. G. 1989. An instrument for measuring the critical factors of quality management. *Decision Sciences*, 20: 810-829.
- Sethi, A.K. and S.P. Sethi. 1990. Flexibility in manufacturing: A survey. *The International Journal of Flexibility System*, 2: 289-328.
- Skinner, W. 1974. The focused factory. *Harvard Business Review*, 52(2): 113-121.
- Slack, N. 1983. Flexibility as a manufacturing objective. *International Journal of Production Management*, 3(3): 4-13.
- Son, Y. K. and C.S. Park. 1987. Economic measures of productivity quality and flexibility in advanced manufacturing system. *Journal of Manufacturing System*, 6(3): 193-206.
- Stalk, G.J. and T.M. Hout. 1990. *Competing Against Time*, New York: The Free Press.
- Suarez, F.F. M.A. Cusumano, and C.F. Fine. 1995. An empirical study of flexibility in manufacturing. *Sloan Management Review*, 3: 25-32.
- Suarez, F.F. M.A. Cusumano, and C.F. Fine. 1996. An empirical study of manufacturing flexibility in printed circuit board assembly. *Operations Research*, 44(1): 223-240.
- Swamidass, P.M. and W.T. Newell. 1987. Manufacturing strategy, environmental uncertainty and performance: A path analytic model. *Management Science*, 4: 509-525.
- Tannous, G.F. 1996. Capital budgeting for volume flexible equipment. *Decision Sciences*, 2: 509-525.
- Upton, D.M. 1994. The management of manufacturing flexibility. *California*

Management Review, 4: 72-89.

Upton, D.M. 1995. What really makes factories flexible. *Harvard Business Review*, 73(4): 74-84.

Upton, D.M. 1997. Process range in manufacturing: An empirical study of flexibility. *Management Science*, 43(8): 1079-1092.

Whitney, D.E. 1988. Manufacturing by design. *Harvard Business Review*, 66(4): 83-93.