

第七章 實證研究結果分析

第一節 產品多樣性對生產績效之影響

一、敘述統計分析

本研究自個案公司提供之生產管理資訊系統中取得2002年2月至7月份935座機台六個月的設備綜合效率值以及超過七百萬筆的生產紀錄，透過逐筆累計取得各月份每部機台所處理之產品組合與績效指標，據以檢定本研究提出之關於產品多樣性的三項假說。刪除缺失值與錯誤資料後，各機台處理之產品組合與績效指標的敘述統計值列示於表7-1。

表 7-1 個案公司之產品組合與績效變數之敘述統計值

變數名稱	N	平均數	標準差	Min	中位數	Max
製程種類數	3667	11.140	7.058	1.000	9	63.000
製程時間變異	4390	1.340	3.067	0.030	0.661	67.662
到達時間變異	7562	0.541	0.446	0	0.409	6.000
產品需求變異	7601	0.444	0.267	0	0.386	5.000
產能利用率	4390	82.48	18.039	0	88	100.000
生產總數	3667	23354.69	30254.19	37.000	13847	333578.00
設備綜合效率值	3900	56.27	19.630	0.100	57.5	100.000
生產週期時間	4390	106.56	142.779	4.000	63	3090.77
報廢率	4390	0.00071	0.0026	0	0.000068	0.080
重製率	4390	0.0122	0.0314	0	0.001297	0.784

由表7-1的敘述統計值我們可看出個案公司的產品組合特性：首先，表中顯示每部機台平均所處理的製程種類達11種之多，顯示個案公司具有較高水準的產品組合異質性。另一方面，績效指標的敘述統計值顯示：個案公司的產品良率平均達98%~99%，生產品質極高。

各變數間的相關係數矩陣列示於表7-2。表中右上角為Spearman等級相關係數，左下角為Pearson相關係數。觀察表7-2可知，產能利用率與生產週期時間、報廢率與重製率成顯著正相關，其Spearman等級相關係數皆達1%的顯著水準，表示實證模型中應控制產能利用率對生產績效的影響。總生產片數與設備綜合效率亦存在顯著正相關(Spearman相關係數分別為0.40、0.47、0.49)，因此，在設備生產力的實證模型中，吾人納入總生產數量作為控制變數。

另外，從表 7-2 中，可發現：自變數間的相關性很低均在 0.2 以下，顯示：自變數間並不存在共線性的問題。關於產品多樣性的績效效果則有待進一步的實證分析驗證之。

表 7-2 個案公司之產品特性與績效變數之相關係數矩陣(表中右上角為 Spearman 等級相關係數；左下角為 Pearson 相關係數)

	製程種類數	製程時間變異	到達時間變異	產品需求變異	產能利用率	生產總數	OEE	Cycle Time	報廢率	重製率
製程種類數		0.10860**	-0.10604**	-0.26366**	0.16248**	0.51505**	0.18631**	-0.08531**	-0.05744**	0.23133**
製程時間變異	-0.05961**		-0.01284	-0.00689	-0.01462	0.12555**	-0.00796	0.11305**	0.02122	0.05810**
到達時間變異	-0.24522**	0.10036**		0.33378**	-0.26101**	-0.12713**	-0.35618**	0.19287**	0.04932**	0.00372
產品需求變異	-0.37338**	0.16640**	0.66310**		-0.47937**	-0.37079**	-0.58965**	0.15880**	0.06939**	-0.00067
產能利用率	0.31661**	-0.22779**	-0.33126**	-0.47228**		0.16467**	0.61966**	0.15607**	-0.01348	-0.18628**
生產總數	0.62654**	-0.05243**	-0.50390**	-0.67805**	0.44118**		0.32114**	-0.20901**	-0.08331**	0.08554**
OEE	0.26439**	-0.12740**	-0.45791**	-0.60979**	0.57514**	0.49492**		-0.06664**	-0.10473**	-0.14808**
Cycle Time	-0.10534**	-0.28246**	0.21203**	0.17962**	0.27864**	-0.31967**	-0.07736**		0.08068**	-0.05341**
報廢率	0.19113**	0.02081	-0.12740**	-0.15810**	0.15755**	0.19871**	0.06605**	0.00359		0.00873
重製率	0.35112**	0.09036**	-0.09204**	-0.12767**	0.04963**	0.30291**	-0.05258**	-0.06246**	0.23213**	

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

二、 產品多樣性對生產績效之影響：線性迴歸模型估計結果

(一) 對設備生產力之影響：

本文在檢視產品多樣性對生產績效之影響時，首先採用 OLS 進行估計。由於本研究樣本包含個別機台六個月份的月資料，吾人利用 Durbin Watson D 統計量，檢定迴歸模型的殘差項是否存在序列相關，結果發現研究受到異質性變異數的威脅(一階自我相關達 0.5 以上)，儘管存在序列相關時，OLS 估計式仍具不偏性與一致性，但會因估計效率較差而影響拒絕或接受虛無假設的推論，因此，本研究納入落後一期的績效指標作為控制變數，以降低序列相關的影響，經調整後，DW 統計量接近 2，一階自我相關接近零。關於產品多樣性對設備生產力之實證結果如表 7-3 所示。

表 7-3 產品多樣性對設備生產力之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	6.916	7.932	0.0001**	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(-)	-0.042	-1.134	0.2568	1.590
製造時間	TIME _t	(+)	0.100	10.515	0.0001**	1.390
啟動時間	SETUP _t	(-)	-1.430	-3.194	0.0014**	1.070
生產總數	QTY _t	(+)	0.000074	6.939	0.0001**	1.641
設備綜合效率 值(落後一期)	OEE _{t-1}	(+)	0.788	57.941	0.0001**	1.524
N = 1731						
Adj R-sq = 0.7938						
Model F = 1333.008 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

如表 7-3 所示，設備生產力模型達 1% 顯著水準 ($p = 0.0001$, Adj R-sq = 0.78)。落後一期之設備生產力的係數顯著為正 ($p = 0.0001$)，顯示前一期設備生產力可重大解釋本期設備生產力的變異，主要原因可能來自於前一期的設備生產力捕捉到設備特性的差異；此外，總生產數量的係數亦顯著為正 ($p = 0.0001$)，顯示：當生產量愈多時，設備生產力愈高。至於產品多樣性的衡量：製程種類數，其係數為 -0.042 ($p = 0.2568$)，方向與預期一致，但未達顯著水準。

針對此項議題，本研究續採用對數模型(log-log model)進行檢測，以確定所得結果是否是因模式型態設定不當所致。實證結果列示如表 7-4。

表 7-4 產品多樣性對設備生產力之影響：對數(log-log)模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.923	11.071	0.0001**	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(-)	-0.015	-0.889	0.3745	1.469
製造時間	TIME _t	(+)	0.002	6.572	0.0001**	1.395
啟動時間	SETUP _t	(-)	-0.046	-2.798	0.0053**	1.177
生產總數	QTY _t	(+)	0.0000012	3.967	0.0001**	1.552
設備綜合效率 值(落後一期)	OEE _{t-1}	(+)	0.750	36.271	0.0001**	1.576
N = 533						
Adj R-sq = 0.8357						
Model F = 542.130 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

由表 7-4，吾人可發現：儘管製程種類數的係數為負向(係數 = -0.015， $p = 0.3745$)，符合假說一的預期，但並未達統計顯著水準，顯示：產品多樣性並未顯著影響設備生產力，與線性迴歸模型的結果一致。

針對此項結果，吾人透過實地觀察與訪談了解其原因，結果發現：由於個案公司係採行電腦整合製造程序，大部分的設備都是由電腦中預先輸入之程式所設定的指令組所控制，當前後處理不同製程時，電腦會主動選擇該製程之配方(recipe)進行處理，換機時間甚短，故而對設備綜合效率值的影響極微。除非是在處理某些研發或工程批量時，因製程配方未內建於電腦中，需依照工程師的指示以人工方式輸入，在這種情況下，製程的轉換對設備生產力的負面影響較大。因此，本研究進一步測試研發批量比例對設備生產力之影響，結果如表 7-5 所示。

由表 7-5，吾人發現：結果與預期一致，研發批量比例確實對設備生產力具有顯著的負向影響力(係數 = -9.263， $p = 0.0001$)，然而，製程種類數的影響仍不顯著。整體而言，在晶圓代工的製造環境中，由於製程自動化之故，產品多樣性對設備生產力的影響並不顯著，假設一未獲支持。依據成本管理理論，吾人可推論：在晶圓代工產業，產品多樣性的成本主要反應在固定成本的投資上，亦即廠商透過固定成本的投資降低了產品多樣性對設備生產力的影響，然而，另一方面，吾人也發現在此一生產環境下，因研發與工程實驗所產生的環境變異性對生產力的影響也許是更值得重視的課題。

表 7-5 產品多樣性與研發批量比例對設備生產力之影響：

線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	8.061	9.168	0.0001**	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(-)	0.026	0.681	0.4958	1.718
研發批量比例	RDEN _t	(-)	-9.263	-6.521	0.0001**	1.262
製造時間	TIME _t	(+)	0.113	11.712	0.0002**	1.446
啟動時間	SETUP _t	(-)	-0.722	-1.584	0.1134	1.135
生產總數	QTY _t	(+)	0.00005	4.404	0.0001**	1.853
設備綜合效率 值(落後一期)	OEE _{t-1}	(+)	0.775	57.185	0.0001**	1.553
N=1731						
Adj R-sq = 0.7987						
Model F = 1144.669 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

(二) 對生產品質之影響：

關於產品多樣性對生產品質的影響，本研究分別從報廢率與重製率兩方面加以檢視。報廢率模型之分析結果列示於表 7-6。

表 7-6 產品多樣性對報廢率之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	-0.00008	-0.257	0.797	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(+)	0.000002	0.389	0.697	1.228
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	0.000019	1.691	0.091^	1.019
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	-0.00021	-1.523	0.128	1.562
產品需求變異	VAR_OUT _t	(+)	0.0011	2.976	0.003**	1.933
機器彈性	MACH _t	(+)	0.000013	1.173	0.241	1.329
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.000010	-2.025	0.043*	1.185
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.0000026	0.980	0.327	1.277
報廢率 (落後一期)	SCRAP _{t-1}	(+)	0.1314	11.347	0.0001**	1.018
N = 1731						
Adj R-sq = 0.0768						
Model F = 18.982(0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% Significant level; **: 1% significant level

從表中可以發現整體而言模型具有顯著性(p = 0.0001, Adj R-sq =

0.0768)；而在變數的顯著性方面，製程種類數的係數為0.000002($p = 0.697$)，方向符合預期，但未達統計顯著性，至於三項衡量環境不確定性的變數中，製程時間變異與產品需求變異的係數分別為0.000019($p = 0.091$)與0.0011($p = 0.003$)，均顯著為正，顯示：報廢率受環境變異性的影響大於產品多樣性，且報廢率會隨著環境不確定性的增加而增加。

關於重製率模型的分析結果列示如表 7-7。模型整體而言具顯著性 ($p = 0.0001$, Adj R-sq = 0.6250)，三項衡量產品多樣性的變數中，製程種類數的係數為 0.0002 ($p = 0.0001$)，顯示：當在個別機台上處理的製程種類數愈多，發生重製的產品比例愈高，與假說三的預期一致。

表 7-7 產品多樣性對重製率之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.016	4.226	0.0001**	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(+)	0.0002	3.254	0.0012**	1.321
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	-0.000047	-0.333	0.7389	1.019
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	0.00058	0.323	0.7464	1.564
產品需求變異	VAR_OUT _t	(+)	-0.0012	-0.253	0.7999	1.934
機器彈性	MACH _t	(+)	0.0003	2.142	0.0323*	1.340
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.000089	-1.416	0.1570	1.197
產能利用率	UTIL _t	(+)	-0.0002	-5.445	0.0001**	1.362
重製率 (落後一期)	REWORK _{t-1}	(+)	0.768	46.145	0.0001**	1.199
N = 1731						
Adj R-sq = 0.6250						
Model F = 361.480(0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% Significant level; **: 1% significant level

(三) 對生產週期時間之影響：

關於生產週期時間模型的分析結果列示於表 7-8。在控制變數的設計上，以作業研究為基礎，考慮產能利用率為影響生產週期時間的重要因素，納入模型中加以控制。此外，為消除顯著的一階自我相關現象(DW 統計量 = 0.696)，納入落後一期的生產週期時間作為控制變數，調整後的模型一階自我相關接近零。

表 7-8 產品多樣性對生產週期時間之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	-19.721	-2.523	0.0117*	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(+)	-0.399	-2.151	0.0316*	1.093
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	7.442	17.866	0.0001**	1.020
製造時間	TIME _t	(+)	6.105	3.773	0.0002**	1.224
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.249	2.806	0.0051**	1.075
生產週期時間 (落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.898	78.902	0.0001**	1.211
N = 1731						
Adj R-sq = 0.8213						
Model F = 1591.434 (0.0001)						

*: 5% Significant level ; **: 1% significant level

就整體而言，此模型具顯著性($p = 0.0001$, Adj R-sq = 0.8213)。至於在研究假說的測試方面，本研究預期：當製程種類數愈多時，會進一步增加處理時間的變異性，進而延長各生產批量在機台前的平均等候時間，亦即，產品多樣性對生產週期時間具有正向影響。然而，模式分析結果顯示：儘管製程時間變異的係數顯著為正(係數= 7.442, $p = 0.0001$)，支持當製程時間變異性愈高時，生產週期時間愈長，但製程種類數的係數則顯著為負，係數為-0.399 ($p = 0.0316$)，與假說二的預期相反。

為進一步測試產品多樣性與生產週期時間是否存在非線性關係，以理論模型為基礎，本研究額外採用對數模型(log-log model)與存活期間模型(duration model)檢視產品多樣性對生產週期時間之影響。模式估計結果分別列示於表 7-9 與表 7-10。

表 7-9 的模式分析結果顯示：在對數模型中，製程種類數的係數為-0.0006 ($p = 0.981$)，並未達統計顯著性，亦即產品多樣性對生產週期時間並無顯著影響力。而表 7-10 則顯示：在存活期間模型(duration model)中，不論配適到一般性 Gamma 分配母系下的任何一種分配，製程種類數的係數均顯著為負，與線性迴歸模型的估計結果一致。整體而言，當個別機台所處理的製程種類數愈多時，平均每一生產批量的生產週期時間愈短，因此，假說二未獲支持。

針對此項結果，本研究透過實地訪談了解可能原因，結果發現：個別機台所處理的製程種類數愈多，可能係來自於所處理的研發與工程實驗批量的比例較高之故，由於研發與工程實驗批量在個案公司具有較高的處理優先權，因此，等候時間比正常批量為短，故而，較高的研發與實驗批量比例可能是造成生產週期時間較短的原因。

表 7-9 產品多樣性對生產週期時間之影響：對數(log-log)模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.040	0.356	0.722	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(+)	-0.0006	-0.023	0.981	1.247
製程變異性	VAR_PT _t	(+)	0.108	8.963	0.0001**	1.108
製造時間	TIME _t	(+)	0.168	3.907	0.0001**	1.930
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.006	5.942	0.0001**	1.441
生產週期時間 (落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.863	35.868	0.0001**	2.145
N = 533						
Adj R-sq = 0.8579						
Model F = 643.182 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-10 產品多樣性對生產週期時間之影響：存活期間模型(Duration Model)

自變數	變數代號	預期方向	Exponential	Weibull	Lognormal	Generalized Gamma
截距項	INTERCEPT	(?)	2.8729 (0.0001)**	3.1014 (0.0001)**	2.6528 (0.0001)**	3.0535 (0.0001)**
製程種類數	VARIETY _t	(+)	-0.0105 (0.0004)**	-0.0050 (0.0001)**	-0.0142 (0.0001)**	-0.0063 (0.0001)**
製程時間變異性	VAR_PT _t	(+)	0.0654 (0.0001)**	0.1072 (0.0001)**	0.0459 (0.0001)**	0.0963 (0.0001)**
製造時間	TIME _t	(+)	0.1203 (0.0009)**	0.1382 (0.0001)**	0.1081 (0.0001)**	0.1367 (0.0001)**
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.0099 (0.0001)**	0.0061 (0.0001)**	0.0141 (0.0001)**	0.0070 (0.0001)**
生產週期時間 (落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.0054 (0.0001)**	0.0061 (0.0001)**	0.0042 (0.0001)**	0.0059 (0.0001)**
規模參數(scale parameter)			1.0000	0.3231	0.4625	0.3348
型態參數(shape parameter)			1.0000	1.0000	0.0000	0.8419
Log likelihood 值			-2558.1837	-1050.1377	-1543.8248	-1047.1224
觀察值數目			2383	2383	2383	2383

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

三、產品多樣性對生產績效之影響：聯立方程模組估計結果

考量設備生產力、生產週期時間、報廢率與重製率均為生產績效之衡量指標，同時受到個別廠商之排程決策、廠房佈置與管理政策所影響，因此個別迴歸模式之干擾項可能彼此相關，依據 Greene(1997)，在此種情況下若單獨對個別迴歸模式進行估計會降低估計效率，故而，本研究另外採用三階段最小平方法(Three Stage Least Square，簡稱 3SLS)，對四項迴歸模式進行聯立估計，以增加實證結果的強韌性(robustness)，模型結果結果列示如表 7-11。

由表 7-11，吾人可看出：製程種類數對生產週期時間具有顯著的負向影響力，但並未顯著影響設備生產力與報廢率，與前述模式結果大略一致。

表 7-11 產品多樣性對生產績效之影響：聯立方程模組

自變數	變數代號	設備生產力 (t 值)	生產週期時間 (t 值)	報廢率 (t 值)	重製率 (t 值)
截距項	INTERCEPT	6.973 (6.973)**	-17.060 (-2.184)*	-0.00011 (-0.359)	0.0159 (4.183)**
製程種類數	VARIETY _t	-0.041 (-1.115)	-0.392 (-2.119)*	0.0000018 (0.331)	0.000222 (3.235)**
製程時間變異	VAR_PT _t	--	7.442 (17.872)**	0.000019 (1.675)^	-0.000047 (-0.333)
到達時間變異	VAR_AR _t	--	--	-0.00020 (-1.372)	0.000502 (0.280)
產品需求變異	VAR_OUT _t	--	--	0.00110 (2.894)**	-0.0014 (-0.294)
機器彈性	MACH _t	--	--	0.000013 (1.176)	0.00030 (2.129)*
路徑彈性	ROUT _t	--	--	-0.0000108 (-2.171)*	-0.000087 (-1.388)
製造時間	TIME _t	0.100 (10.509)**	6.019 (3.735)**	--	--
啟動時間	SETUP _t	-1.499 (-3.348)**	--	--	--
生產總數	QTY _t	0.000074 (6.947)**	--	--	--
產能利用率	UTIL _t	--	0.218 (2.461)*	0.0000031 (1.181)	-0.00018 (-5.350)**
設備生產力 (落後一期)	OEE _{t-1}	0.786 (57.913)**	--	--	--
生產週期時間 (落後一期)	CYCLE _{t-1}	--	0.898 (79.199)**	--	--
報廢率 (落後一期)	SCRAP _{t-1}	--	--	0.131 (11.328)**	--
重製率 (落後一期)	REWORK _{t-1}	--	--	--	0.768 (46.126)**

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

第二節 製造彈性對生產績效之影響

一、敘述統計與初步檢定結果

關於路徑彈性與機器彈性對生產績效之影響，主要分析的樣本為 936 座機台與 175 個機台群組 2002 年 2-7 月份的績效與生產月資料。研究中係針對個別機台與機台群組之四項績效進行比較分析：(1)設備生產力，(2)報廢率，(3)重製率，(4)生產週期時間。敘述統計值及相關係數矩陣列示於表 7-12 與表 7-13。

表 7-12 個案公司製造彈性與績效變數之敘述統計值

變數名稱	N	平均數	標準差	Min	中位數	Max
機器彈性	3621	5	3.572	1	4	31
路徑彈性	4390	10	7.061	1	9	29
製程時間變異	4390	1.340	3.067	0.03	0.661	67.662
到達時間變異	7562	0.541	0.446	0	0.409	6
產品需求變異	7601	0.444	0.267	0	0.386	5
產能利用率	4390	82.48	18.039	0	88	100
生產總數	3667	23354.69	30254.19	37	13847	333578
設備綜合效率值	3900	56.27	19.630	0.1	57.5	100
生產週期時間	4390	106.56	142.779	4	63	3090.77
報廢率	4390	0.00071	0.0026	0	0.000068	0.080
重製率	4390	0.0122	0.0314	0	0.001297	0.784

從表 7-12 可看到：路徑彈性與機台彈性衡量的平均值分別為 5 與 10，由於當路徑彈性與機器彈性衡量值為 1 時，代表機台功能單一，生產只有單一途徑，亦即在生產技術與生產路徑的安排上完全不具有彈性，因此，由敘述統計值顯示：個案公司的確存在有路徑彈性與機器彈性。此外，在產能利用率方面，平均水準達 82.48%，顯示：在研究期間，個案公司具有極高的產能利用率水準，在這樣的生產環境下，彈性對生產績效的影響愈為重要，因此，適合探討彈性議題。

關於路徑彈性及機器彈性與生產績效間的關係可由表 7-13 中獲得初步分析證據，由表中可看出不論依據 Pearson 相關或 Spearman 相關分析：機器彈性與報廢率、重製率與設備生產力均呈顯著正相關，而路徑彈性則與生產週期時間、報廢率、重製率呈顯著負相關，與設備生產力呈顯著正相關，顯著水準均達 1%。此初步結果顯示：投資於路徑彈性與機器彈性的確有助於生產績效的提昇。

不過，有趣的是，路徑彈性與機器彈性影響各項績效構面的相對幅度不同，

此現象與理論上所稱不同彈性構面係因應不同之環境不確定性一致，具體而言，路徑彈性的目的主要是要藉由平衡機器的負荷量，允許有效率的生產排程，而且當有機器當機、工具延遲送達、緊急批量或瑕疵品發生時，路徑彈性可允許系統持續生產特定批量型態而不中斷，因此對生產週期時間的影響最大；至於機器彈性則可允許較低的批次大小、較高的機台利用率與較複雜產品型態(part type)的生產，因此對設備生產力的影響較大。關於這二項彈性構面如何影響各項生產績效，以下吾人將深入探討之。

表 7-13 個案公司製造彈性與績效變數之相關係數矩陣(表中右上角為 Spearman 等級相關係數；左下角為 Pearson 相關係數)

	製程時間變異	到達時間變異	產品需求變異	機器彈性	路徑彈性	產能利用率	生產總數	OEE	Cycle Time	報廢率	重製率
製程時間變異		-0.01284	-0.00689	0.09900**	-0.06402**	-0.01462	0.12555**	-0.00796	0.11305**	0.02122	0.05810**
到達時間變異	0.10036**		0.33378**	-0.24591**	-0.11698**	-0.26101**	-0.12713**	-0.35618**	0.19287**	0.04932**	0.00372
產品需求變異	0.16640**	0.66310**		-0.32677**	-0.10658**	-0.47937**	-0.37079**	-0.58965**	0.15880**	0.06939**	-0.00067
機器彈性	0.02712	-0.35326**	-0.40574**		0.21758**	0.31580**	0.28638**	0.38134**	-0.08708**	-0.02832^	0.07710**
路徑彈性	0.00730	-0.13122**	-0.12805**	0.10497**		0.09126**	-0.03101^	0.31986**	-0.16848**	-0.01037	-0.13815**
產能利用率	-0.22779**	-0.33126**	-0.47228**	0.39717**	0.05261**		0.16467**	0.61966**	0.15607**	-0.01348	-0.18628**
生產總數	-0.05243**	-0.50390**	-0.67805**	0.47117**	-0.03452*	0.44118**		0.32114**	-0.20901**	-0.08331**	0.08554**
OEE	-0.12740**	-0.45791**	-0.60979**	0.36756**	0.33947**	0.57514**	0.49492**		-0.06664**	-0.10473**	-0.14808**
Cycle Time	-0.28246**	0.21203**	0.17962**	0.05896**	-0.21550**	0.27864**	-0.31967**	-0.07736**		0.08068**	-0.05341**
報廢率	0.02081	-0.12740**	-0.15810**	0.13195**	-0.09958**	0.15755**	0.19871**	0.06605**	0.00359		0.00873
重製率	0.09036**	-0.09204**	-0.12767**	0.20565**	-0.23399**	0.04963**	0.30291**	-0.05258**	-0.06246**	0.23213**	

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

二、製造彈性對生產績效之影響：線性與非線性模型估計結果

(一) 對設備生產力之影響：

基於彈性機台具有可以處理多種不同生產批量的能力，較不容易受到產品需求不確定性的影響，因此，假說七預期機器彈性對設備生產力有正向影響。設備生產力模式列示於表 7-14。

模式分析結果顯示：模型整體而言具有顯著性($p = 0.0001$ ，Adj R-sq = 0.7973)；在變數的顯著性方面，路徑彈性與機器彈性對設備生產力具有顯著的正向影響，係數分別為 0.159 ($p = 0.0191$)與 0.099 ($p = 3.209$)，亦即，設備生產力會隨著路徑彈性與機器彈性的增加而增加，與研究假說的預期一致。

表 7-14 製造彈性對設備生產力之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	21.980	16.966	0.0001**	0.000
機器彈性	MACH _t	(+)	0.159	2.346	0.0191*	1.324
路徑彈性	ROUT _t	(+)	0.099	3.209	0.0014**	1.211
產品需求變異	VAR_OUT _t	(-)	-23.105	-11.086	0.0001**	1.570
生產總數	QTY _t	(+)	0.000014	1.439	0.1502	1.373
設備綜合效率 質(落後一期)	OEE _{t-1}	(+)	0.788	59.233	0.0001**	1.484

N = 1731
Adj R-sq = 0.7973
Model F = 1361.826 (0.0001)

^: 10% significant level; *: 5% Significant level; **: 1% significant level

另一方面，依據理論模型，當產品需求變異增加時，設備生產力會隨之降低，亦即，產品需求的變異性對設備生產力具有負面影響力。實證結果顯示：產品需求變異性的係數為-23.105 ($p = 0.0001$)，顯著為負，與理論模型的預期一致。

為進一步檢測機器彈性與路徑彈性對設備生產力的影響是否會隨著彈性水準的增加而改變，亦即，彈性與設備生產力之間是否存在非線性的關係，本研究採用對數模型(log-log model)估計之。本研究預期：若製造彈性對設備生產力的影響如理論模型所預期呈現規模報酬遞減的現象，則吾人將可發現小於 1 的迴歸係數，反之，迴歸係數將顯著大於 1。模型估計結果

列示如表 7-15。

表 7-15 製造彈性對設備生產力之影響：對數(log-log)模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.766	11.379	0.0001**	0.000
機器彈性	MACH _t	(+)	0.030	2.264	0.0240*	1.390
路徑彈性	ROUT _t	(+)	0.040	3.422	0.0007**	1.399
需求變異	VAR_OUT _t	(-)	-0.127	-4.255	0.0001**	1.810
生產總數	QTY _t	(+)	0.00000013	0.440	0.6603	1.499
設備綜合效率值 (落後一期)	OEE _{t-1}	(+)	0.754	36.672	0.0001**	1.548

N = 533
Adj R-sq = 0.8347
Model F = 538.367 (0.0001)

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表7-15顯示：整體而言，模型具有顯著性($p = 0.0001$ ，Adj R-sq = 0.8347)，且在模型的解釋力方面，非線性模型高於線性模型，顯示：非線性模型的配適度較高；至於變數的顯著性方面，機器彈性與路徑彈性的係數分別為0.030 ($p = 0.0240$)與0.040 ($p = 0.0007$)，顯著為正，與線性迴歸模型的結果一致。此外，迴歸係數小於1，隱含：製造彈性與設備生產力之間確實存在非線性關係，且製造彈性對設備生產力的影響會隨著彈性水準的增加而遞減，亦即，存在報酬遞減現象(diminishing return)，與理論模型的預期相符。

(二) 對生產品質之影響¹：

關於路徑彈性與機器彈性對生產品質的影響，模型分析結果列示於表 7-16 與 7-17。表 7-16 列示報廢率模型的分析結果，表 7-17 則列示重製率模型的分析結果。

根據假說五，路徑彈性賦予線上工程師較高的派工彈性，並降低晶圓受到微塵與水氣污染的機會，因此可預期路徑彈性對生產品質有正向影響，換言之，在機台上發生產品報廢或重製的機率會隨著路徑彈性的增加而下降。表 7-16 顯示：路徑彈性的係數為-0.00001 ($p = 0.043$)，顯著為負，

¹ 關於製造彈性對報廢率與重製率之影響，本研究原採用線性模型與非線性模型進行估計，然而，由於非線性模型的模式解釋力大幅低於線性模型的解釋力，且係數顯著性明顯降低，顯示：製造彈性與生產品質的關係以線性迴歸模型的配適度為佳，因此，本研究僅列示線性迴歸模型之分析結果。

表示路徑彈性對報廢率有負向影響，與假說預期一致。至於重製率方面，表 7-17 顯示：路徑彈性的係數為-0.00089 ($p = 0.1570$)，方向符合預期但未達統計顯著性。整體而言，實證結果支持假說五：給定其他條件不變，生產品質會隨路徑彈性的增加而增加。

表 7-16 製造彈性對報廢率之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	-0.00008	-0.257	0.797	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(+)	0.000002	0.389	0.697	1.228
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	0.000019	1.691	0.091 [^]	1.019
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	-0.00021	-1.523	0.128	1.562
產品需求變異	VAR_OUT _t	(+)	0.0011	2.976	0.003**	1.933
機器彈性	MACH _t	(+)	0.000013	1.173	0.241	1.329
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.000010	-2.025	0.043*	1.185
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.0000026	0.980	0.327	1.277
報廢率(落後一期)	SCRAP _{t-1}	(+)	0.1314	11.347	0.0001**	1.018
N = 1731						
Adj R-sq = 0.0768						
Model F = 18.982(0.0001)						

[^]:10% Significant level; *: 5% Significant level; **: 1% significant level

表 7-17 製造彈性對重製率之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.016	4.226	0.0001**	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(+)	0.0002	3.254	0.0012**	1.321
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	-0.000047	-0.333	0.7389	1.019
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	0.00058	0.323	0.7464	1.564
產品需求變異	VAR_OUT _t	(+)	-0.0012	-0.253	0.7999	1.934
機器彈性	MACH _t	(+)	0.0003	2.142	0.0323*	1.340
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.000089	-1.416	0.1570	1.197
產能利用率	UTIL _t	(+)	-0.0002	-5.445	0.0001**	1.362
重製率(落後一期)	REWORK _{t-1}	(+)	0.768	46.145	0.0001**	1.199
N = 1731						
Adj R-sq = 0.6250						
Model F = 361.480(0.0001)						

[^]: 10% significant level; *: 5% Significant level; **: 1% significant level

在機器彈性方面，依據假說八的預期，由於機器彈性具有可處理多種產品型態的能力，因此高彈性機台發生換機的頻率相對高於低彈性機台，依據過去研究的發現：生產品質會隨著生產變動次數的增加而下降。是故，可預期：機器彈性對生產品質有負向影響，亦即，報廢率與重製率會隨著機器彈性的增加而增加。表 7-16 顯示：機器彈性的係數為 0.000013 ($p = 0.241$)，方向與假說預期一致，但未達統計顯著性。由表 7-17 可看出：機器彈性的係數為 0.0003 ($p = 0.0323$)，顯著為正，與假說預期相符。

整體而言，路徑彈性與機器彈性對生產品質的影響與研究假說一致，符合本研究對製造彈性之績效效果的預期。

(三) 對生產週期時間之影響：

關於彈性與生產週期時間的關係，依據假說四，路徑彈性可藉由平衡機器的負荷量，允許有效率的生產排程，而且當有機器當機、工具延遲送達、緊急批量或瑕疵品發生時，路徑彈性可允許系統持續生產特定產品而不中斷，因此，各生產批量的平均等候時間會隨著路徑彈性的增加而降低，亦即路徑彈性對生產週期時間有負向影響。生產週期時間模型的分析結果列示於表 7-18。

表 7-18 顯示：模型整體而言具有顯著性 ($p = 0.0001$, Adj R-sq = 0.8215)；在變數的顯著性方面，路徑彈性的係數為 -0.224 ($p = 0.2100$)，方向與預期相符，但未達統計顯著性。

表 7-18 製造彈性對生產週期時間之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	-29.336	-3.476	0.0005**	0.000
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.224	-1.254	0.2100	1.100
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	7.265	17.407	0.0001**	1.025
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	10.818	2.294	0.0219*	1.226
製造時間	TIME _t	(+)	6.075	3.723	0.0002**	1.246
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.298	3.230	0.0013**	1.160
生產週期時間 (落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.890	74.670	0.0001**	1.329
N = 1731						
Adj R-sq = 0.8215						
Model F = 1327.907 (0.0001)						

*: 5% Significant level ; **: 1% significant level

由於依據理論模型，路徑彈性與生產週期時間存在非線性關係，在此種情況下採用線性模型估計可能造成係數估計的偏誤(Greene 1997)，因此，本研究另採用非線性模型檢測之。在非線性模型的設定上，考慮生產週期時間係由一隨機過程(stochastic process)所決定，是故本研究同時應用對數模型與存活期間模型進行估計，實證結果列示如表 7-19 與表 7-20。

表 7-19 製造彈性對生產週期時間之影響：對數(log-log)模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.106	1.187	0.2357	0.000
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.044	-2.614	0.0092**	1.159
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	0.108	8.911	0.0001**	1.145
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	0.009	0.443	0.6580	1.417
製造時間	TIME _t	(+)	0.178	4.241	0.0001**	1.874
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.007	6.352	0.0001**	1.816
生產週期時間 (落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.845	33.803	0.0001**	2.344
N = 533						
Adj R-sq = 0.8595						
Model F = 543.461 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

由表 7-19 可看出：整體而言，模型具有顯著性($p = 0.0001$ ，Adj R-sq = 0.8595)，且在模型的解釋力方面，非線性模型高於線性迴歸模型；至於變數的顯著性方面，路徑彈性的係數為-0.044 ($p = 0.0092$)，其絕對值小於 1，顯示：路徑彈性對生產週期時間具有顯著的負向影響，且隨著彈性水準的提高，對生產週期時間的影響幅度將隨之下降，換言之，即存在報酬遞減現象，與理論模型的預期一致。

此外，模型中其餘各變數對生產週期時間的影響方向均與理論模型的預期相同，隱含：實證結果與理論模型的一致性。具體而言，產能利用率與製程時間變異性對生產週期時間具有顯著的正向影響，即生產週期時間會隨著產能利用率與環境變異性的增加而延長，與理論模型的預期一致。

至於存活期間模型的估計結果，表 7-20 顯示：在模型所配適的四種機率分配中，以 GGD 具有最大的概似函數值，配適度最佳，而以指數分配的概似函數值最低，配適度最差；在係數的顯著性方面，包括 Weibull、Lognormal 與 GGD 三種分配下，路徑彈性的係數均顯著為負，與研究假說的預期一致，而模式中的其他變數，其對生產週期時間的影響方向亦與理

論模型的預期一致。

表 7-20 製造彈性對生產週期時間之影響：存活期間模型(Duration Model)

自變數	變數代號	預期方向	Exponential	Weibull	Lognormal	Generalized Gamma
截距項	INTERCEPT	(?)	2.893 (0.0001)**	3.244 (0.0001)**	2.541 (0.0001)**	3.330 (0.0001)**
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.0041 (0.1156)	-0.0027 (0.0009)**	-0.009 (0.0001)**	-0.003 (0.0004)**
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	0.063 (0.0001)**	0.109 (0.0001)**	0.028 (0.0001)**	0.128 (0.0001)**
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	0.022 (0.7359)	-0.010 (0.617)	0.162 (0.0001)**	-0.004 (0.8261)
製造時間	TIME _t	(+)	0.169 (0.0001)**	0.151 (0.0001)**	0.145 (0.0001)**	0.141 (0.0001)**
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.008 (0.0001)**	0.004 (0.0001)**	0.014 (0.0001)**	0.003 (0.0001)**
生產週期時間(落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.005 (0.0001)**	0.006 (0.0001)**	0.004 (0.0001)**	0.006 (0.0001)**
規模參數(scale parameter)			1.0000	0.32525	0.49707	0.29067
型態參數(shape parameter)			1.0000	1.0000	0.0000	1.38324
Log likelihood 值			-3242.740	-1398.732	-2159.771	-1385.262
觀察值數目			3000	3000	3000	3000

註：括弧內的數值為 p-value

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

整體而言，路徑彈性與生產週期時間之間的關係與假說四的預期相符：亦即，生產週期時間會隨著路徑彈性的增加而遞減，且生產週期時間減少的幅度會隨著路徑彈性的增加而降低，即具有報酬遞減現象。同時，來自於製造環境的不確定性則會使生產週期時間延長，對時間績效具有負面影響，換言之，路徑彈性確實有助於因應環境不確定性的影響，達成生產績效的提昇。

二、製造彈性對生產績效之影響：聯立方程模組估計結果

前述模型均係個別估計彈性對各項生產績效指標的影響，考慮本研究係以單一個案為研究對象，而設備生產力、生產週期時間與生產品質均為生產績效的衡量指標，可能同時受到與管理政策、廠房佈置、規劃與控制程序等廠房(fab-level)或公司(firm-level)整體因素的影響，因而導致各迴歸式之干擾項彼此之間存在相關性。因此，為增進模式估計的效率，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，據以增加實證結果之強韌性(roustness)。估計結果列示於表 7-21。

表 7-21 製造彈性對生產績效之影響：聯立方程模組

自變數	變數代號	設備生產力 (t 值)	生產週期時間 (t 值)	報廢率 (t 值)	重製率 (t 值)
截距項	INTERCEPT	22.065 (17.041)**	-28.097 (-3.330)**	-0.00017 (-0.553)	0.016 (4.112)**
機器彈性	MACH _t	0.161 (2.377)*	--	0.0000125 (1.119)	0.00030 (2.120)**
路徑彈性	ROUT _t	0.099 (3.213)**	-0.221 (-1.233)	-0.0000106 (-2.110)**	-0.000090 (-1.424)
製程種類數	VARIETY _t	--	--	0.00000064 (0.122)	0.00023 (3.288)**
製程時間 變異	VAR_PT _t	--	7.260 (17.398)**	0.0000196 (1.754)^	-0.000045 (-0.324)
到達時間 變異	VAR_AR _t	--	10.756 (2.282)*	-0.00022 (-1.572)	0.00056 (0.311)
產品需求 變異	VAR_OUT _t	-23.201 (-11.135)**	--	0.0012 (3.091)**	-0.00097 (-0.203)
製造時間	TIME _t	--	5.983 (3.682)**	--	--
生產總數	QTY _t	0.000013 (1.390)	--	--	--
產能利用率	UTIL _t	--	0.283 (3.078)**	0.0000037 (1.435)	-0.00018 (-5.320)**
設備生產力 (落後一期)	OEE _{t-1}	0.787 (59.215)**	--	--	--
生產週期時 間(落後一期)	CYCLE _{t-1}	--	0.891 (75.021)**	--	--
報廢率 (落後一期)	SCRAP _{t-1}	--	--	0.130 (11.267)**	--
重製率 (落後一期)	REWORK _{t-1}	--	--	--	0.768 (46.116)**

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

透過表 7-21，可以發現：機器彈性及路徑彈性與設備生產力、生產週期時間、報廢率及重製率之間的關係與前述模型估計結果大抵一致，顯示：實證結果並未因模式估計方法的改變而不同。

第三節 製造彈性對生產成本之影響

一、敘述統計與初步檢定結果

本研究自個案公司所提供之生產流程主檔取得 2002 年 2-7 月關於產品特性與生產批量績效指標之初級資料，並由個案公司之成本系統中取得各生產批量之實際成本資料，據以檢定本研究提出路徑彈性與機器彈性影響生產成本之假說。由於積體電路之生產週期時間長達 40~70 天，本研究刪除樣本期間內未完成完整生產程序之生產批量，最後共有 156 種製程(即產品)，1804 筆生產批量納入本研究之樣本中。儘管本節之主要目的在檢定路徑彈性與機器彈性對生產成本之影響，但為釐清這二類彈性構面係如何影響生產成本，本研究並檢視彈性衡量對品質與時間績效的影響。這些生產批量之敘述統計值與相關係數矩陣分別列示於表 7-22 與表 7-23。

表 7-22 個案公司製程特性與績效變數之敘述統計值

變數名稱	N	平均數	標準差	Min	中位數	Max
匣極線寬	1804	27.672	6.852	13	25	50
光罩層數	1804	23	2.854	12	23	34
機器彈性	1804	0.163	0.059	0.021	0.163	0.339
路徑彈性	1804	0.879	0.062	0.281	0.887	0.978
產能利用率	1804	0.436	0.096	0.04	0.438	0.772
生產週期時間	1804	41.722	9.445	16.76	41.64	85.460
重製次數	1804	2.654	1.582	0	2	11
報廢率	1804	0.026	0.111	0	0	0.960
生產成本	1800	24648	5844.369	14206	25198.2	84573

敘述統計值顯示：本研究樣本中所包含的產品種類橫跨 0.13 微米至 0.50 微米製程，涵蓋高階與低階製程，而在另一項產品特性方面，光罩層數介於 12 至 34 層，生產週期時間介於 17 至 85 天，具有高度的產品複雜性。就彈性衡量來看，平均而言，在每個生產批量的生產過程中，有 16.4% 的生產步驟是在具有高機台彈性的工作站處理，有 87.7% 的生產步驟會經過具有高路徑彈性的機台群組，且彈性衡量的標準差很小，顯示：為降低產品複雜性對生產績效的影響，個案公司在生產流程的設計上確實考慮了機器彈性與路徑彈性，而且，由於積體電路的生產屬於迴流式(re-entrant flow)的生產型態，加以生產步驟多，生產週期長，因此流程複雜性遠高於其他產業，是故，個案公司在生產流程的設計上相對較重視路徑彈性的取得。

另一方面，本研究以 90%的機台利用率作為門檻區分高利用率與低利用率機台，由表 6-22 可看出，平均而言，在完整的生產過程中，各生產批量有 43.8%的生產步驟是在高利用率的機台上處理，依據等候理論，當產能利用率愈高，當生產批量到達工作站時須等候的機率愈高，預期等候時間愈長，部分實證研究也指出所謂擁擠(congestion)現象的存在(Balakrishnan and Soderstrom 2000; Gupta, Randall and Wu 2001)，亦即當工作站的利用率接近滿載，工作負荷量愈大會負面影響該工作站的生產品質，因此，在本節的分析中，吾人將經過高利用率機台的比例納入各項迴歸模型中作為控制變數，以釐清彈性對各項生產績效與成本的影響。

由表 7-23，檢視各變數之間的相關性，可發現自變數間相關係數的絕對值均在 0.5 以下，顯示：本研究的迴歸模型並無共線性問題存在。至於彈性衡量與生產績效與成本間的關係吾人亦可由相關係數矩陣表中獲得初步分析證據：機器彈性對重製率具有顯著正相關，相關係數介於 0.17~0.20 之間，對生產成本、生產性產能成本與非生產性產能成本具有負相關，但相關性低，且不具統計顯著性。至於路徑彈性則與生產週期時間具有顯著的負向關聯性，相關係數在 0.25 上下，顯著水準達 1%，且路徑彈性與生產成本、生產性產能成本與非生產性產能成本具有顯著的負向關係，相關係數介於-0.42~ -0.25 之間。不過，相關分析僅能檢視變數間的關聯性，並不能檢定因果關係，因此，彈性對成本的影響仍有待迴歸模型驗證之。

表 7-23 製程特性與績效變數之相關係數矩陣：生產批量分析（表中右上角為 Spearman 等級相關係數；左下角為 Pearson 相關係數）

	匣極線寬	光罩層數	機器彈性	路徑彈性	產能利用率	Cycle Time	重製次數	報廢率	生產成本	獲利率
匣極線寬		-0.46408**	0.04659	0.23680**	0.16694*	-0.16917*	-0.07279	-0.30346**	-0.80312**	0.12415
光罩層數	-0.46004**		0.2222**	-0.42313**	-0.01345	0.29225**	0.23880**	0.22752**	0.69930**	0.02538
機器彈性	0.00468	0.22709**		-0.25746**	0.22504**	0.03121	0.20064**	-0.00316	-0.00275	0.07064
路徑彈性	0.22786**	-0.34760**	-0.11636		-0.06610	-0.25391**	-0.01914	-0.03375	-0.25356**	-0.10027
產能利用率	0.08554	0.05579	0.23079**	0.00928		0.08342	0.20237**	-0.10554	-0.20076**	0.12651
Cycle Time	-0.21212**	0.29944**	0.03273	-0.23392**	0.10154		0.21380**	-0.21053**	0.22033**	0.06478
重製次數	-0.12509*	0.26264**	0.17902*	-0.04243	0.25810**	0.19714**		0.05198	0.14287^	-0.00169
報廢率	-0.21170**	0.26457**	0.10184	0.01587	-0.11497	-0.31859**	0.09186		0.33604**	-0.16659*
生產成本	-0.67189**	0.47450**	0.02035	-0.41742**	-0.22631**	0.28855**	0.08868	0.26584**		-0.17216*
獲利率	0.10599	-0.00393	0.06721	0.05784	0.04530	0.11805	0.05841	-0.06653	-0.37123**	

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

二、 製造彈性對生產成本之影響

(一) 對生產品質之影響

關於路徑彈性與機器彈性對生產品質之影響，本研究同樣從報廢與重製兩項觀點加以檢視，依據作業研究，考慮產能利用率對生產品質的可能影響，在模式中並納入各生產批量在生產過程中經過高利用率機台的次數比例作為控制變數。報廢率模型與重製次數模型的分析結果分別列示於表 7-24 與 7-25。

表 7-24 製造彈性對報廢率之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	-0.377	-1.353	0.1780	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-0.001	-0.404	0.6865	1.397
光罩層數	LAYER	(+)	0.011	2.805	0.0057**	1.669
機器彈性	MACHP	(-)	-0.037	-0.133	0.8947	1.187
路徑彈性	ROUTP	(-)	0.292	1.217	0.2255	1.301
產能利用率	UTILP	(+)	-0.114	-0.810	0.4192	1.038
Adj R-sq = 0.0497						
Model F = 2.622 (P= 0.0264)						
Durbin-Watson D = 2.098						

*: 5% Significant level ; **: 1% significant level

表 7-25 製造彈性對重製次數之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	-1.828	-0.812	0.4180	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-0.007	-0.532	0.5952	1.397
光罩層數	LAYER	(+)	0.1004	3.113	0.0022**	1.669
機器彈性	MACHP	(-)	1.715	0.759	0.4493	1.187
路徑彈性	ROUTP	(-)	1.624	0.838	0.4031	1.301
產能利用率	UTILP	(+)	2.271	1.997	0.0477*	1.038
Adj R-sq = 0.1015						
Model F = 4.500 (P= 0.0008)						
Durbin-Watson D = 1.939						

*: 5% Significant level ; **: 1% significant level

關於報廢率模型，就整體來看，模式具有顯著性($p = 0.0264$, Adj R-sq = 0.0497)；就迴歸係數的估計結果來看，僅有一項產品複雜性的衡量，即光罩

層數對報廢率的影響是顯著的，係數為 0.011 ($p = 0.0057$)，顯著為正，亦即報廢率會隨著光罩層數的增加而增加。至於路徑與機器彈性衡量的係數均未達統計顯著水準。

關於重製次數模型，整體模式的 Adj R-sq 為 0.1015 ($p = 0.0008$) 具有顯著性；就迴歸係數的估計結果來看，亦僅有光罩層數與經過瓶頸機台比例的係數顯著為正，路徑彈性與機器彈性的係數均不顯著，亦即經過高彈性機台與高路徑彈性之機台群組的比例高低並不會影響該生產批量的重製次數。整體而言，生產批量的良率及重製與否與該生產批量是否經過高彈性機台與高路徑彈性群組無顯著相關。

(二) 對生產週期時間之影響

關於生產批量經過高路徑彈性群組的比例與經過高彈性機台的比例對於個別生產批量生產週期時間的影響，分析結果列示於表 7-26。在模型的設計上，考慮到當生產批量的重製次數愈多，所需的生產週期時間愈長，因此，在模型中納入重製次數作為控制變數。

表 7-26 製造彈性對生產週期時間之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	70.687	4.420	0.0001	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-0.068	-0.682	0.4963	1.400
光罩層數	LAYER	(+)	0.787	3.338	0.0011**	1.776
機器彈性	MACHP	(-)	-25.995	-1.620	0.1074	1.191
路徑彈性	ROUTP	(-)	-51.490	-3.742	0.0003**	1.307
產能利用率	UTILP	(+)	1.283	0.157	0.8754	1.066
重製次數	REWORKN	(+)	1.287	2.224	0.0277*	1.150
Adj R-sq = 0.2912						
Model F = 11.616 (P=0.0001)						
Durbin-Watson D = 1.783						

*: 5% Significant level; **: 1% significant level

首先，就模型總檢定的結果來看，生產週期時間模型具有顯著性 (Adj R-sq = 0.2912, $p = 0.0001$)。在假說檢定方面，由分析結果可發現：路徑彈性顯著影響個別生產批量的生產週期時間，係數為 -51.49 ($p = 0.0003$)，亦即，控制產品特性、重製次數與產能利用率對生產週期時間的影響之後，當生產批量在生產過程中經過高路徑彈性群組的比例每提高 1%，該生產批

量的生產週期時間可降低 0.5 天，換言之，路徑彈性的提昇有助於縮短生產批量的生產週期時間，分析結果與假設的預期相符。

另一方面，依據理論模型，生產週期時間的決定係依據隨機過程 (stochastic process)，因此本研究額外採用一動態模型，即存活期間模型 (duration model) 估計彈性對生產週期時間之影響。估計結果列示於表 7-27。

表 7-27 製造彈性對生產週期時間之影響：存活期間模型(Duration Model)

自變數	變數代號	預期方向	Exponential	Weibull	Lognormal	Generalized Gamma
截距項	INTERCEPT	(?)	4.219 (0.0015)**	4.685 (0.0001)**	4.053 (0.0001)**	4.785 (0.0001)**
匣極線寬	TECH	(-)	-0.001 (.9093)	-0.003 (0.1199)	-0.0004 (0.8622)	-0.003 (0.0662)^
光罩層數	LAYER	(+)	0.012 (0.5696)	0.016 (0.0001)**	0.012 (0.0300)*	0.016 (0.0001)**
機器彈性	MACHP	(-)	-0.684 (0.6875)	-0.575 (0.1196)	-0.701 (0.0738)^	-0.543 (0.1246)
路徑彈性	ROUTP	(-)	-0.849 (0.4749)	-1.307 (0.0001)**	-0.703 (0.0068)**	-1.399 (0.0001)**
產能利用率	UTILP	(+)	0.078 (0.9286)	0.025 (0.8928)	0.114 (0.5715)	0.017 (0.9235)
重製次數	REWORKN	(+)	0.018 0.7432	0.014 (0.1888)	0.018 (0.1754)	0.012 (0.2543)
規模參數(scale parameter)			1.0000	0.193	0.239	0.181
型態參數(shape parameter)			1.0000	1.0000	0.0000	1.231
Log likelihood 值			-182.884	10.981	1.933	11.315
觀察值數目			178	178	178	178

註：括弧內為 p-value.

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-27 顯示：就模型所配適的四項機率分配而言，以 GGD 具有最高的概似估計值，配適度最佳，以指數分配具有最低的概似估計值，配適度最差；就係數的顯著性而言，包括配適到 Weibull、Lognormal 與 GGD 等三項分配的模型均顯示：路徑彈性對生產週期時間具有顯著的負向影響，與理論的預期相符。

(三) 對生產成本之影響

假說六與假說九預期路徑彈性與機器彈性對生產成本有負向影響，亦即路徑彈性與機器彈性的增加有助於降低生產成本。本研究以個別生產批量的生產成本對路徑彈性與機器彈性進行迴歸分析，採用 OLS 估計式，

在模型設計上並考慮個別生產批量的報廢率與重製次數對生產成本的影響，因此納入作為控制變數。模型分析結果列示於表 7-28。

表 7-28 製造彈性對生產成本之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	50545	5.697	0.0001	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-420.773	-7.668	0.0001**	1.401
光罩層數	LAYER	(+)	767.579	5.758	0.0001**	1.866
機器彈性	MACHP	(-)	-12923	-1.460	0.1464	1.191
路徑彈性	ROUTP	(-)	-24916	-3.267	0.0013**	1.320
產能利用率	UTILP	(-)	-16260	-3.603	0.0004**	1.070
重製次數	REWORKN	(+)	-105.023	-0.329	0.7425	1.150
報廢率	SCRAPR	(+)	5140.528	1.995	0.0479*	1.088
Adj R-sq = 0.6550						
Model F = 43.038 (P= 0.0001)						
Durbin-Watson D = 1.513						

*: 5% Significant level ; **: 1% significant level

整體而言，模型具有顯著性 (Adj R-sq = 0.6550, $p = 0.0001$)，至於路徑彈性及機器彈性與生產成本的關係，由表中吾人可看出：路徑彈性的係數為-24916 ($p = 0.0013$)，呈顯著的負向關係，與預期一致，至於機器彈性的係數則為-12923 ($p = 0.1464$)，方向符合預期，但未達統計顯著水準。針對機器彈性不顯著的結果，經深入探究可能原因在於：機器彈性的利益主要來自於提高設備產能的利用，對於間接人員與原物料的耗用並無直接影響，然而本研究係以單位產品成本作為成本衡量，其中不僅包括設備的折舊費用，也包括直接與間接人工成本及原物料成本，可能因此掩蓋了機器彈性的影響。為測試此項可能性，本研究進一步將產品成本區分成折舊費用、原物料與人工成本，並以單位產品成本中所包含之設備折舊費用作為應變數，檢視其與機器彈性之間的關係，本研究預期：倘若前述說法成立，則應可發現機器彈性對設備折舊費用具有顯著的負向影響。模式估計結果列示於表 7-29。

表 7-29 顯示：模式整體而言具有顯著性 ($p = 0.0001$, Adj-sq = 0.8367)，且模式的解釋力高於前述生產成本模型；在迴歸係數的估計結果方面，機器彈性與路徑彈性的係數均顯著為負，路徑彈性的係數為-1.722 ($p = 0.0899$)，機器彈性的係數為-2.257 ($p = 0.0274$)，與預期一致，機器彈性確實透過對設備產能成本的影響，達成生產成本的節省。綜而言之，實證結果顯示：假說六與假說九均獲得支持。

表 7-29 製造彈性對設備折舊費用之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	9.126	28.875	0.0001**	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-0.054	-12.015	0.0001**	1.545
光罩層數	LAYER	(+)	0.016	2.481	0.0157*	1.418
機器彈性	MACHP	(-)	-0.197	-2.257	0.0274*	1.263
路徑彈性	ROUTP	(-)	-0.556	-1.722	0.0899^	1.400
產能利用率	UTILP	(-)	-0.532	-4.294	0.0001**	1.534
報廢率	SCRAPR	(+)	0.126	2.404	0.0191*	1.239
重製次數	REWORKN	(+)	0.039	1.181	0.2419	1.198
Adj R-sq = 0.8367						
Model F = 53.690 (0.0001)						
Durbin-Watson D = 1.523						

^:10% Significant level ; *: 5% Significant level ; **: 1% significant level

為檢視製造彈性與生產成本之間是否存在非線性關係，本研究進一步採用對數模型(log-log model)分析之，估計結果列示於表 7-30 及表 7-31。表 7-30 與 7-31 顯示：機器彈性及路徑彈性對生產成本的影響與線性迴歸模型的估計結果一致，亦即，機器彈性主要係透過設備產能的利用影響生產成本，而路徑彈性則對原料、人工與設備折舊成本均具有顯著的負向影響。此外，由對數模型中，吾人可看出：機器彈性與路徑彈性之係數的絕對值均顯著異於 0 且小於 1，顯示：彈性與生產成本之間存在非線性關係，換言之，隨著製造彈性的增加，生產成本降低的幅度會隨之遞減。

表 7-30 製造彈性對生產成本之影響：對數(log-log)模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	10.036	37.986	0.0001**	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-0.028	-7.330	0.0001**	1.545
光罩層數	LAYER	(+)	0.012	2.143	0.0358*	1.418
機器彈性	MACHP	(-)	-0.053	-0.729	0.4686	1.263
路徑彈性	ROUTP	(-)	-0.815	-3.019	0.0036**	1.400
產能利用率	UTILP	(-)	-0.323	-3.121	0.0027**	1.534
重製次數	REWORKN	(+)	0.025	1.835	0.0711^	1.239
報廢率	SCRAPR	(+)	0.158	1.766	0.0821^	1.198
Adj R-sq = 0.7273						
Model F = 28.436 (P= 0.0001)						
Durbin-Watson D = 1.508						

*: 5% Significant level ; **: 1% significant level

表 7-31 製造彈性對設備折舊費用之影響：對數(log-log)模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	9.126	28.875	0.0001**	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-0.054	-12.015	0.0001**	1.545
光罩層數	LAYER	(+)	0.016	2.481	0.0157*	1.418
機器彈性	MACHP	(-)	-0.197	-2.257	0.0274*	1.263
路徑彈性	ROUTP	(-)	-0.556	-1.722	0.0899^	1.400
產能利用率	UTILP	(-)	-0.532	-4.294	0.0001**	1.534
重製次數	REWORKN	(+)	0.039	2.404	0.0191*	1.239
報廢率	SCRAPR	(+)	0.126	1.181	0.2419	1.198
Adj R-sq = 0.8367						
Model F = 53.690 (P= 0.0001)						
Durbin-Watson D = 1.523						

*: 5% Significant level ; **: 1% significant level

另一方面，為了了解路徑彈性與機器彈性是如何影響生產成本，尤其是設備產能成本的部分，本研究續將設備產能成本區分成具生產力 (productive) 與不具生產力 (non-productive) 兩類，檢定前述二種彈性型態對設備產能成本的影響。

關於路徑彈性及機器彈性與設備產能成本的關係，吾人預期：當路徑彈性愈高時，由於線上工程師具有較高的派工彈性，具體而言，當一生產批量到達工作站時，工程師可選擇讓該生產批量進入之前處理類似產品型態的工作站中生產，藉以降低換機的頻率，因此，可以減少設備產能耗用於機器啟動與換機等不具生產力之用途上，同時減少晶圓發生報廢的機會；另一方面，路徑彈性有助於等候時間的節省，減少晶圓受到微塵與水氣污染的機會，對降低不具生產力之設備產能成本的耗用有正面的影響。換言之，吾人預期個別生產批量所耗用之不具生產力的設備產能成本會隨著路徑彈性的增加而降低。

在機器彈性方面，基於較高的機器彈性賦予機台處理多種產品型態的能力，可避免產能利用率受到個別產品需求不確定性的影響而波動，進而能維持較高的平均產能利用率水準，因此，吾人預期個別生產批量之具生產力的設備產能成本會隨著機器彈性的增加而下降。不具生產力之設備產能成本模型與具生產力之設備產能成本模型的分析結果分別列示於表 7-32 與表 7-33。

表 7-32 製造彈性對不具生產力之設備產能成本之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	4064.825	3.393	0.0009	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-20.150	-2.720	0.0073**	1.401
光罩層數	LAYER	(+)	21.578	1.199	0.2325	1.866
機器彈性	MACHP	(-)	-780.776	-0.653	0.5145	1.191
路徑彈性	ROUTP	(-)	-2126.864	-2.066	0.0406*	1.320
產能利用率	UTILP	(-)	-2510.659	-4.121	0.0001**	1.070
重製次數	REWORKN	(+)	9.635	0.224	0.8234	1.150
報廢率	SCRAPR	(+)	4.290	0.012	0.9902	1.088
Adj R-sq = 0.7754						
Model F = 77.463 (P = 0.0001)						
Durbin-Watson D = 1.581						

^:10% Significant level ; *: 5% Significant level ; **: 1% significant level

關於不具生產力之設備產能成本模型，由表 7-32 可看出，整體模型達 1% 的顯著性 (Adj R-sq = 0.7754, $p = 0.0001$)。至於路徑彈性，其係數為 -2126.864 ($p = 0.0406$)，亦即當個別生產批量在生產過程中經過高路徑彈性群組的比例愈高，該生產批量所耗用之不具生產力的設備產能成本愈低，與預期相符。另外，機器彈性的係數雖亦顯著為負，係數值為 -780.776 ($p = 0.5145$)，但並未達到統計顯著性。

關於具生產力之設備產能成本模型，由表 7-33 可發現：整體模型具有顯著性 (Adj R-sq = 0.7763, $p = 0.0001$)；而在係數的顯著性方面，路徑彈性的係數為 -5050.367 ($p = 0.0362$)，顯著為負，顯示：生產批量經過高路徑彈性群組的比例愈高，所耗用之不具生產力的設備產能成本愈低。此外，機器彈性的係數為 -7201.261 ($p = 0.0103$)，亦顯著為負，顯示：當機器彈性愈高時，單位產品所耗用之具生產力的設備產能成本愈低，與本研究的預期一致。

表 7-33 製造彈性對具生產力之設備產能成本之影響：線性迴歸模型

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	18228	6.559	0.0001	0.000
匣極線寬	TECH	(-)	-223.857	-13.023	0.0001**	1.401
光罩層數	LAYER	(+)	263.933	6.321	0.0001**	1.866
機器彈性	MACHP	(-)	-7201.261	-2.597	0.0103*	1.191
路徑彈性	ROUTP	(-)	-5050.367	-2.114	0.0362*	1.320
產能利用率	UTILP	(-)	-8871.508	-6.276	0.0001**	1.070
重製次數	REWORKN	(+)	-268.876	-2.690	0.0080**	1.150
報廢率	SCRAPR	(+)	1027.917	1.273	0.2049	1.088
Adj R-sq = 0.7763						
Model F = 77.858 (P = 0.0001)						
Durbin-Watson D = 1.529						

^:10% Significant level ; *: 5% Significant level ; **: 1% significant level

(四) 對生產成本之直接與間接影響：

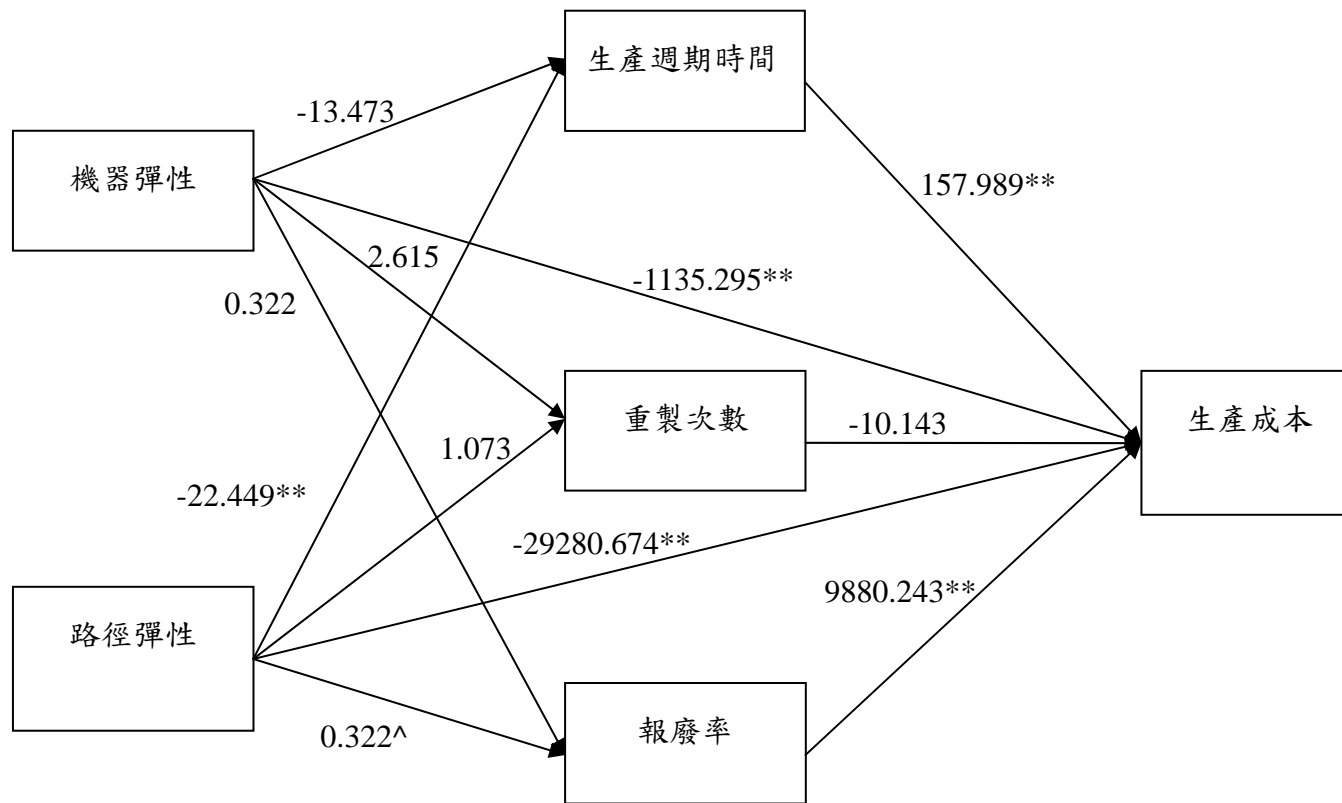
經由前述的研究結果，我們已發現：路徑彈性與機器彈性對生產績效與生產成本的影響與假說的預期相符。然而，本研究想進一步了解的是，究竟彈性的利益是直接來自於生產成本的節省？抑或間接透過如品質、時間等績效的提高來降低成本？為釐清這些關係，本研究採用路徑分析(path analysis)探討之。最初，本研究係依據理論基礎進行模型設計，之後，依據資料與模型的配適度高低，進行模型修正。理論模型的分析結果及路徑分析圖分別列示於表 7-34 與圖 7-1。

首先，就模型整體的配適度來看，表 7-34 顯示：配適度指標(簡稱 GFI)、比較性配適度指標(簡稱 CFI)與常模配適度指標(簡稱 NFI)均接近標準值 0.90，顯示：模型與資料的配適度達可接受水準。進一步，就係數的顯著性來看，吾人發現：路徑彈性與機器彈性的係數分別為-29280.674、-1135.295，均達 0.01 的顯著水準，亦即路徑彈性與機器彈性對生產成本具有顯著的直接影響，方向為負向；此外，路徑彈性並會間接透過報廢率與生產週期時間影響生產成本，具體而言，由表 7-34 吾人可看出：路徑彈性對生產週期時間具有直接的負向影響(迴歸係數= -22.449，t 值 = -2.065)，而生產週期時間對生產成本亦有直接的正向影響(迴歸係數= 157.989，t 值 = 3.768)，因此，路徑彈性可經由生產週期時間達成生產成本的節省，總合來看，路徑彈性對生產成本之間接影響達-365.551。

表 7-34 製造彈性對生產成本之直接與間接影響

應變數	R ²	自變數	直接影響	間接影響	總影響
生產成本	0.617	匣極線寬	-552.822**	-43.390	-552.822**
		光罩層數	172.388	182.306**	182.306**
		機器彈性	-1135.295**	1026.329	-1135.295**
		路徑彈性	-29280.674**	-365.551**	-29646.225**
		重製次數	-10.143	--	-10.143
		報廢率	9880.243**	--	9880.243**
		生產週期時間	157.989**	--	157.989**
GFI=0.960 CFI=0.895 NFI=0.900 Chi-square=36.6565(p=0.0001)					

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level



圖中所示為路徑係數。

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

圖 7-1 製造彈性對生產成本之直接與間接影響

第四節 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

經由前述分析，吾人可以了解：在晶圓代工的製造環境中，一如理論模型所預期，製造彈性對設備生產力、時間與品質等績效具有顯著的直接影響。然而，依據製造彈性文獻，所謂製造彈性係指製造系統因應環境不確定性的能力，或者是以一種可以較低之努力、時間、成本或績效損失因應環境改變的能力(Upton 1994)，換言之，環境不確定性是製造彈性之所以存在的前提要件，也是決定製造彈性價值的主要因素。因此，衍生出來的另一項研究問題是：製造彈性究竟如何因應環境不確定性？是直接影響生產績效以抵銷環境不確定性的影響？抑或透過改變環境不確定性間接影響生產績效？針對此問題，本研究擬採用路徑分析(Path analysis)探討之。此外，基於來自於外部的環境不確定性是內部環境不確定性的動因之一，本研究並將產品多樣性納入，據以形成第六章所提出之觀念性架構。

關於本節的路徑模型(Path Model)，吾人係透過 SAS 系統中的 CALIS 程序，採用最大概似估計法(Maximum Likelihood Method)進行參數估計，並以變異數與共變異數矩陣為基礎進行模型分析。至於模型的配適度檢定則採用配適度指標(Goodness of Fit Index, 簡稱 GFI)、比較性配適度指標 (Comparative Fit Index, 簡稱 CFI)、常模配適度指標 (Normed Fit Index, 簡稱 NFI)及卡方檢定統計量。GFI、CFI 與 NFI 均介於 0 與 1 之間，當數值超過 0.9 時，代表資料與模型間具有合理的配適。此外，當卡方統計量愈小時，代表接受虛無假設：本研究所提出的理論模型是合理的。

以下本研究針對第四章所提出之觀念性架構，檢定其合理性，至於路徑分析的結果以及修正後的關係模型則分別列示於表 7-33 與圖 7-1。

就模型配適度而言，卡方統計量達 1179.75 ($p = 0.0001$) 顯著拒絕虛無假說：理論模型為合理的。但因卡方統計量對樣本大小的敏感度較高，因此，吾人尚需參考其他指標評估之，具體而言，表 7-33 顯示：CFI 與 NFI 略超過 0.90，表示資料與模型的配適度達可接受水準。

續從模型的解釋能力與係數的顯著性來看：機器彈性與路徑彈性對環境不確定性具有顯著的負向影響，亦即隨著機器彈性與路徑彈性的增加，包括製程時間變異性、到達時間變異性與產品需求變異均顯著降低，至於產品多樣性則對製程時間變異性具有顯著的正向影響；另一方面，環境不確定性則對生產績效具有顯著的負面影響，具體而言，設備生產力隨著產品需求變異性的增加而降低，生產週期時間則隨著製程時間變異與到達時間變異的增加而延長，而報廢率也因製程變異性與產品需求變異的增加而增加。

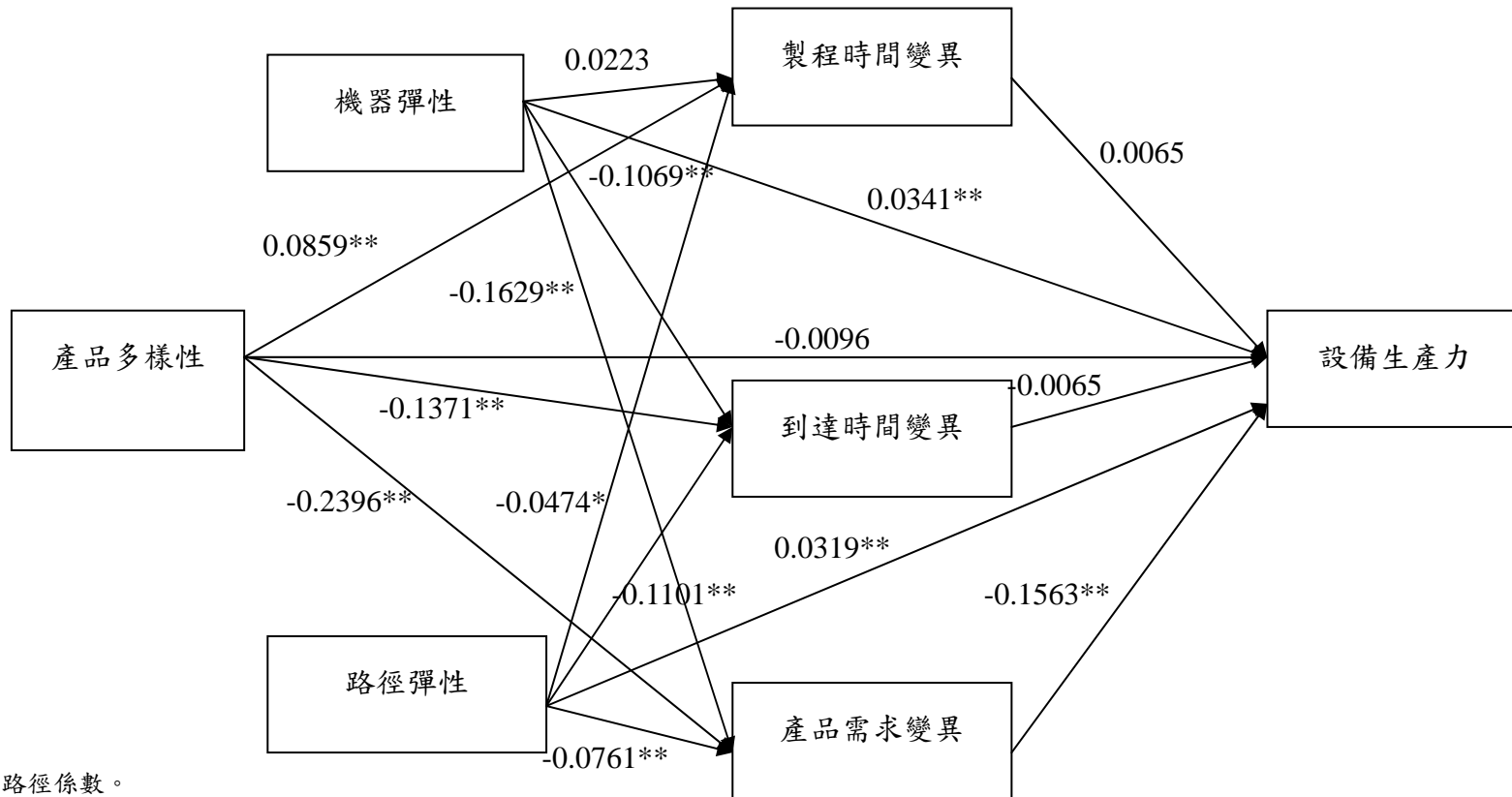
表 7-35 產品多樣性與製造彈性對環境不確定性與生產績效之影響

應變數	R ²	自變數	直接影響	間接影響	總影響
設備生產力	0.7892	機器彈性	0.0341**	0.0265**	0.0606**
		路徑彈性	0.0319**	0.0119**	0.0438**
		產品多樣性	-0.0096	0.0374**	0.0374**
		製程時間變異	0.0065	--	0.0065
		到達時間變異	-0.0065	--	-0.0065
		產品需求變異	-0.1563**	--	-0.1563**
生產週期時間	0.8221	機器彈性	0.0044	-0.0032**	-0.0032**
		路徑彈性	-0.0127	-0.0118**	-0.0118**
		產品多樣性	-0.0297**	0.0114**	-0.0183**
		製程時間變異	0.1800**	--	0.1800**
		到達時間變異	0.0300**	--	0.0300**
		產品需求變異	-0.0138	--	-0.0138
報廢率	0.083	機器彈性	0.0363	-0.0095*	-0.0095*
		路徑彈性	-0.0502*	-0.0037*	-0.0539*
		產品多樣性	0.0097	-0.0115*	-0.0115*
		製程時間變異	0.0386^	--	0.0386^
		到達時間變異	-0.0431^	--	-0.0431^
		產品需求變異	0.0863**	--	0.0863**
重製率	0.6203	機器彈性	0.0170	-0.0047	0.0170
		路徑彈性	-0.0231	-0.0023	-0.0231
		產品多樣性	0.0492**	-0.0069	0.0492**
		製程時間變異	-0.0017	--	--
		到達時間變異	0.0039	--	--
		產品需求變異	0.0258	--	--
N = 1731 GFI=0.9220 CFI = 0.9039 NFI = 0.9015 Chi-square = 1179.75 (0.0001)					

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

此外，機器彈性與路徑彈性對生產績效也存在顯著的直接影響。以設備生產力為例，機器彈性與路徑彈性的係數分別為 0.0341(t 值 = 2.6793)與 0.349(t 值 = 2.6388)，顯示：機器彈性與路徑彈性對設備生產力具有顯著的正向影響；而在報廢率方面，路徑彈性的係數為-0.0502(t 值 = -1.9925)，顯著為負，亦即路徑彈性的提昇有助於報廢率的降低。

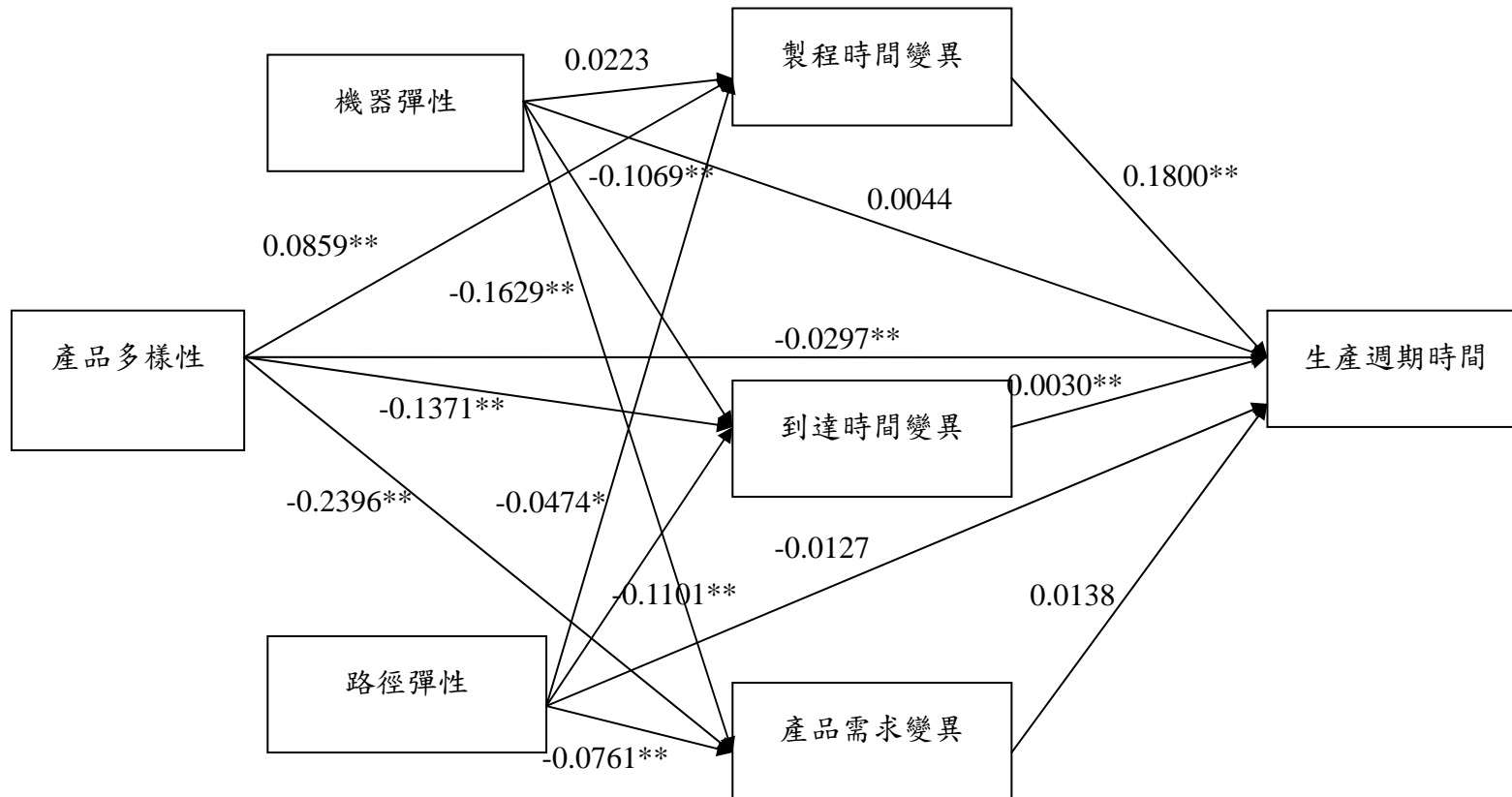
綜合言之，路徑分析結果與觀念性架構相符：製造彈性確實有助於因應環境不確定性的影響，達成生產績效的提昇，然而，除了間接影響外，製造彈性也對設備生產力與品質績效具有顯著的直接影響。關於製造彈性、環境不確定性與生產績效之間的關係，本研究依據係數的顯著性，對第六章所提出之觀念性架構進行修正，並將修正後之路徑分析模型列示如圖 7-2。



圖中所示為路徑係數。

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

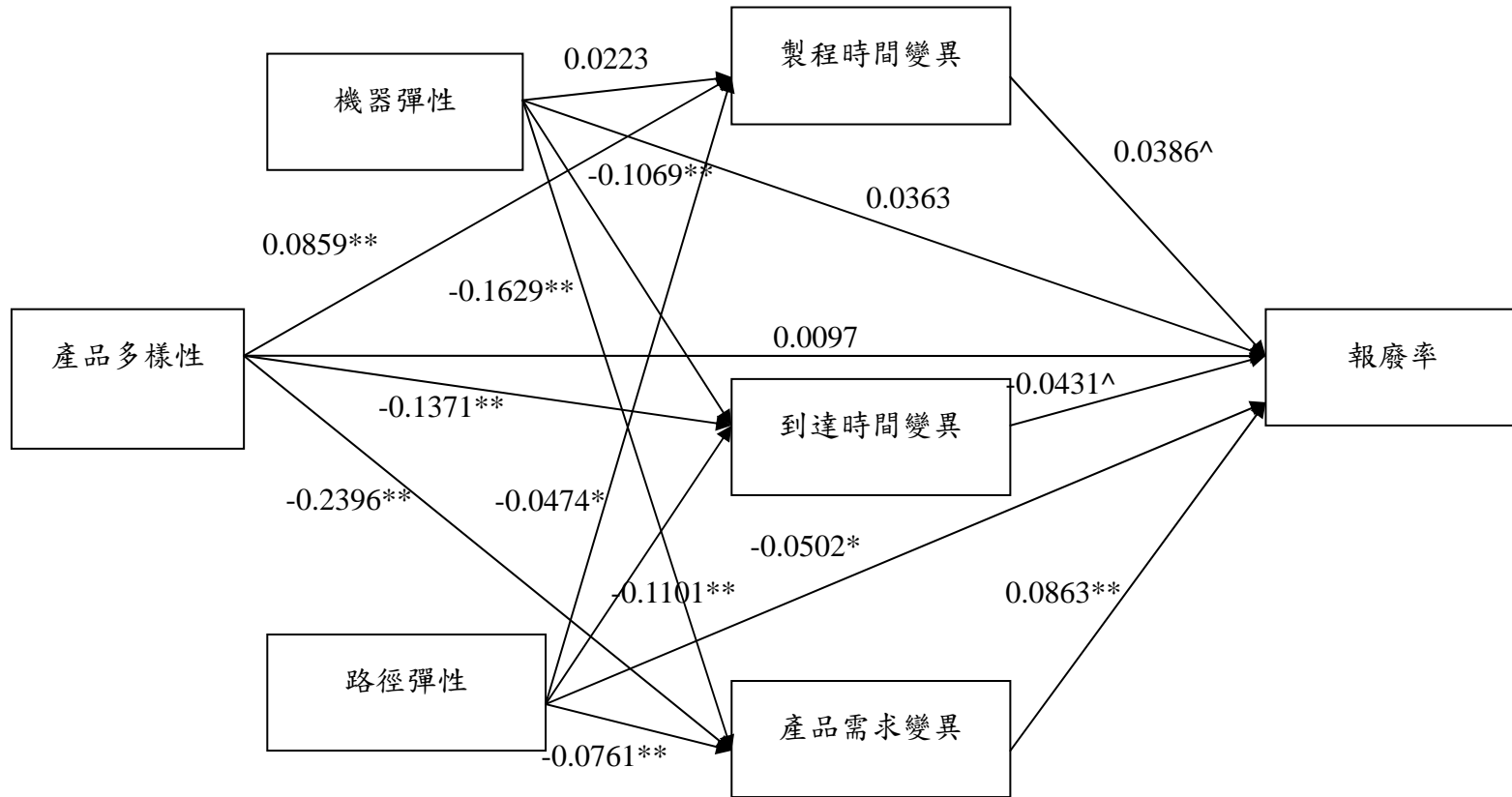
圖 7-2 產品多樣性及製造彈性影響環境不確定性與生產績效之關係模式



圖中所示為路徑係數。

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

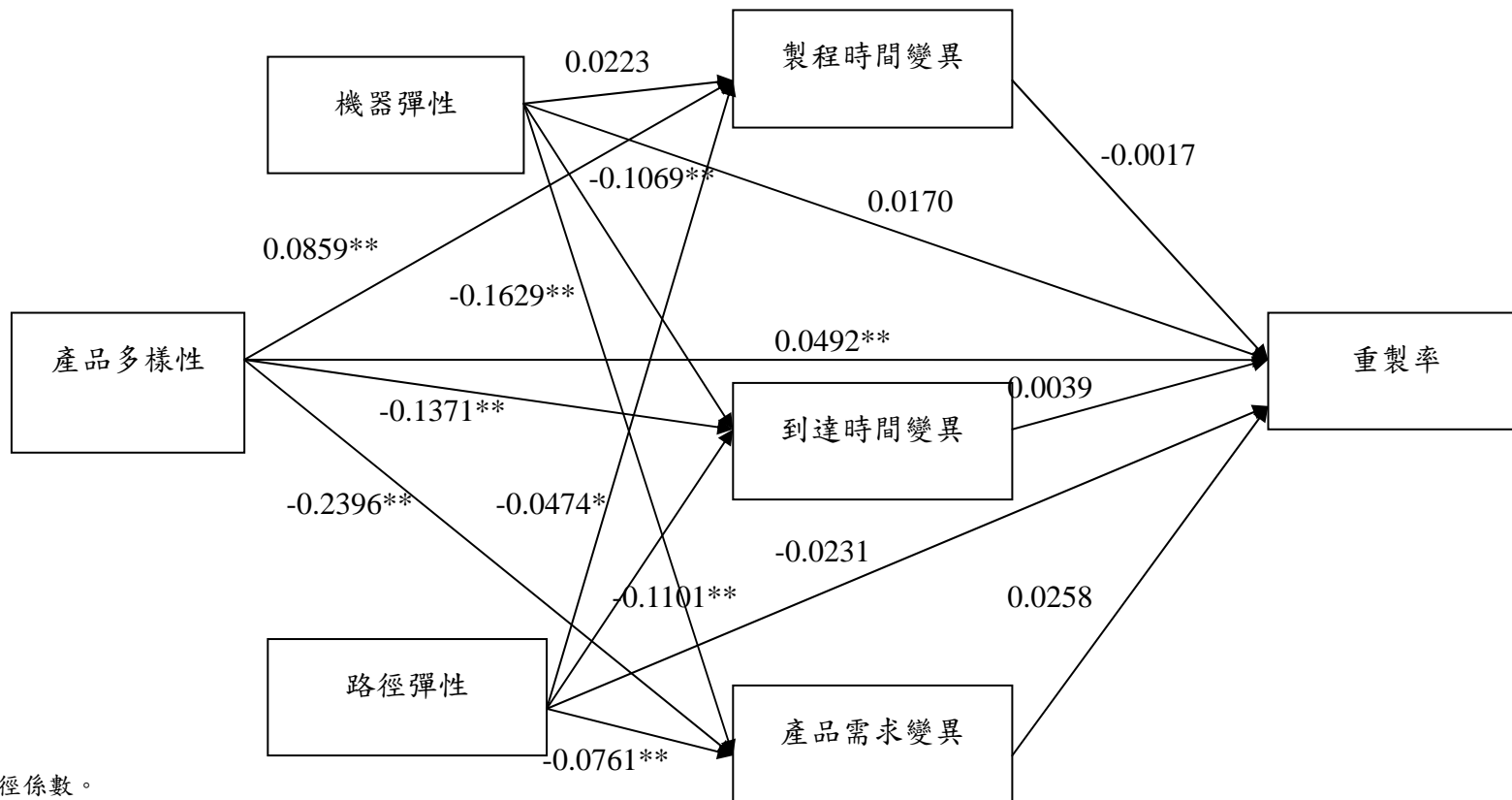
圖 7-2 產品多樣性及製造彈性影響環境不確定性與生產績效之關係模式(續)



圖中所示為路徑係數。

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

圖 7-2 產品多樣性及製造彈性影響環境不確定性與生產績效之關係模式(續)



圖中所示為路徑係數。

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

圖 7-2 產品多樣性及製造彈性影響環境不確定性與生產績效之關係模式(續)

第五節 敏感度分析

在前述分析中，本研究依據理論基礎與實地情境，採用個別機台的功能轉換次數作為機器彈性的衡量，吾人預期：當機器彈性愈高時，個別機台可以處理的製程種類愈多，愈不容易受到產品需求的不確定性所影響，因此有助於設備生產力的提昇(假說七)，而實證結果也確實發現：機器彈性對設備生產力具有正向影響力。

然而，針對此項結果，存在另外一項可能的解釋：即吾人所觀察到的設備生產力的提昇並非來自於較高的機器彈性，而是因為機台特性的差異之故。具體而言，在晶圓廠中，有一部份的機台儘管執行的功能單一(機器彈性低)，但因為是所有產品在製造過程中必經的機台，即共用機台，因此實際處理的製程種類數甚多，較不易受到產品需求不確定性所影響。在此種情況下，若將這類機台與其他機台一起進行分析，可能會對機器彈性與設備生產力之間的關係作出錯誤推論。

因此，為了排除此項解釋的可能性，本研究首先透過實地了解找出廠區中的共用機台，包括：量測機台(WAT)、晶臂研磨機台(Grinder)、刷洗機台(Scrubber)以及雷射刻號機台(Laser Scribe)等；之後，在本節的分析中將這些機台從樣本中刪除，繼而重複前述的分析程序，據以檢視實證結果是否會因這些機台的剔除而改變。分析結果列示於表 7-36 至表 7-43。

由表 7-36 及表 7-37，吾人可以發現：在線性與非線性的設備生產力模型中，機器彈性的係數分別為 0.145 ($p = 0.0347$)、0.033 ($p = 0.0112$)，與前述分析結果相同仍然顯著為正，且係數值亦十分接近，支持假說七的預期。另外，表 7-41 及表 7-42 顯示：機器彈性對報廢率與重製率的影響均顯著為負，係數值分別為 0.0000242 ($p = 0.0216$)、0.00035 ($p = 0.0177$)，與前述結果相同仍然顯著為負，且係數值以及報廢率模型的解釋能力更高，支持假說八的預期。最後，表 7-43 顯示：聯立方程模組的估計結果亦與前述結果相似。

整體而言，實證結果並未因將共用機台由樣本中剔除而改變，排除前述其他解釋的可能性，顯示：機器彈性確實對設備生產力具有正向影響(支持假說七)，且對於生產品質具有負面影響(支持假說八)，。

表 7-36 以非量測機台檢定研究假說之敏感度分析結果：

線性迴歸模型(應變數：設備生產力)

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	22.958	17.354	0.0001**	0.000
機器彈性	MACH _t	(+)	0.145	2.114	0.0347*	1.298
路徑彈性	ROUT _t	(+)	0.099	3.145	0.0017**	1.244
產品需求變異	VAR_OUT _t	(-)	-23.805	-11.026	0.0001**	1.530
生產總數	QTY _t	(+)	0.000013	1.367	0.1719	1.351
設備綜合效率 質(落後一期)	OEE _{t-1}	(+)	0.778	57.612	0.0001**	1.446
N= 1673 Adj R-sq = 0.7892 Model F = 1252.734 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-37 以非量測機台檢定研究假說之敏感度分析結果：

對數模型(應變數：設備生產力)

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.783	11.732	0.0001	0.000
機器彈性	MACH _t	(+)	0.033	2.546	0.0112*	1.380
路徑彈性	ROUT _t	(+)	0.034	2.906	0.0038**	1.400
產品需求變異	VAR_OUT _t	(-)	-0.138	-4.612	0.0001**	1.817
生產總數	QTY _t	(+)	7.818	0.275	0.7836	1.502
設備綜合效率值 (落後一期)	OEE _{t-1}	(+)	0.748	36.772	0.0001**	1.538
N = 526 Adj R-sq = 0.8368 Model F = 539.339 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-38 以非量測機台檢定研究假說之敏感度分析結果：

線性迴歸模型(應變數：生產週期時間)

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	-34.451	-3.760	0.0002**	0.000
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.179	-0.974	0.3303	1.110
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	7.324	17.286	0.0001**	1.024
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	11.037	2.299	0.0216*	1.200
製造時間	TIME _t	(+)	7.871	4.314	0.0001**	1.228
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.342	3.423	0.0006**	1.156
生產週期時間 (落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.889	73.420	0.0001**	1.311
N = 1673 Adj R-sq = 0.8203 Model F = 1273.063 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-39 以非量測機台檢定研究假說之敏感度分析結果：

對數模型(應變數：生產週期時間)

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.162	1.734	0.0836^	0.000
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.052	-3.041	0.0025**	1.201
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	0.109	8.895	0.0001**	1.143
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	0.011	0.523	0.6012	1.408
製造時間	TIME _t	(+)	0.241	5.228	0.0001**	2.041
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.007	6.982	0.0001**	1.936
生產週期時間 (落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.811	29.713	0.0001**	2.608
N = 526 Adj R-sq = 0.8529 Model F = 508.380 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-40 以非量測機台檢定研究假說之敏感度分析結果：
存活期間模型(應變數：生產週期時間)

自變數	變數代號	預期方向	Exponential	Weibull	Lognormal	Generalized Gamma
截距項	INTERCEPT	(?)	2.899 (0.0001)**	3.247 (0.0001)**	2.557 (0.0001)**	3.335 (0.0001)**
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.00448 (0.0899)^	-0.0025 (0.0026)**	-0.011 (0.0001)**	-0.0023 (0.0015)**
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	0.063 (0.0001)**	0.109 (0.0001)**	0.029 (0.0001)**	0.131 (0.0001)**
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	0.015 (0.8199)	-0.016 (0.4373)	0.146 (0.0001)**	-0.011 (0.5365)
製造時間	TIME _t	(+)	0.182 (0.0002)**	0.186 (0.0001)**	0.132 (0.0001)**	0.171 (0.0001)**
產能利用率	UTIL _t	(+)	0.0085 (0.0001)**	0.0040 (0.0001)**	0.015 (0.0001)**	0.003 (0.0001)**
生產週期時間(落後一期)	CYCLE _{t-1}	(+)	0.0053 (0.0001)**	0.006 (0.0001)**	0.0035 (0.0001)**	0.0064 (0.0001)**
規模參數(scale parameter)			1.000	0.324	0.495	0.284
型態參數(shape parameter)			1.000	1.000	0.000	1.440
Log likelihood 值			-3135.348	-1347.518	-2075.921	-1331.796
觀察值數目			2901	2901	2901	2901

註：括弧內的數值為 p-value

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-41 以非量測機台檢定研究假說之敏感度分析結果：

線性迴歸模型(應變數：報廢率)

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.0005	1.768	0.0772^	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(+)	-0.000001	-0.232	0.8168	1.257
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	0.000019	1.846	0.0651^	1.018
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	-0.00018	-1.360	0.1739	1.548
產品需求變異	VAR_OUT _t	(+)	0.00048	1.306	0.1919	1.945
機器彈性	MACH _t	(+)	0.0000242	2.299	0.0216*	1.337
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.000016	-3.406	0.0007**	1.221
產能利用率	UTIL _t	(+)	-0.0000019	-0.731	0.4649	1.293
報廢率 (落後一期)	SCRAP _{t-1}	(+)	0.1316	12.076	0.0001**	1.026
N =1673						
Adj R-sq = 0.0936						
Model F = 22.575 (0.0001)						

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-42 以非量測機台檢定研究假說之敏感度分析結果：

線性迴歸模型(應變數：重製率)

自變數	變數代號	預期符號	迴歸係數	T-value	Prob< T	VIF 值
截距項	INTERCEPT	(?)	0.0189	4.550	0.0001**	0.000
製程種類數	VARIETY _t	(+)	0.00022	3.091	0.0020**	1.321
製程時間變異	VAR_PT _t	(+)	-0.000042	-0.294	0.7686	1.018
到達時間變異	VAR_AR _t	(+)	0.00046	0.249	0.8034	1.549
產品需求變異	VAR_OUT _t	(+)	-0.00077	-0.152	0.8796	1.945
機器彈性	MACH _t	(+)	0.00035	2.375	0.0177 *	1.350
路徑彈性	ROUT _t	(-)	-0.000093	-1.432	0.1523	1.230
產能利用率	UTIL _t	(+)	-0.0002	-5.942	0.0001**	1.390
報廢率 (落後一期)	SCRAP _{t-1}	(+)	0.762	44.640	0.0001**	1.188

N = 1673

Adj R-sq = 0.6182

Model F = 339.459 (0.0001)

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level

表 7-43 以非量測機台檢定研究假說之敏感度分析結果：

聯立方程模組(N=1673)

自變數	變數代號	設備生產力 (t 值)	生產週期時間 (t 值)	報廢率 (t 值)	重製率 (t 值)
截距項	INTERCEPT	23.042 (17.426)**	-32.695 (-3.569)**	0.00043 (1.459)	0.0184 (4.449)**
機器彈性	MACH _t	0.147 (2.147)*	--	0.0000232 (2.216)*	0.00034 (2.361)*
路徑彈性	ROUT _t	0.099 (3.145)**	-0.177 (-0.961)	-0.000016 (-3.458)**	-0.000094 (-1.438)
製程種類數	VARIETY _t	--	--	-0.0000022 (-0.431)	0.00023 (3.127)**
製程時間 變異	VAR_PT _t	--	7.311 (17.261)**	0.0000197 (1.911)^	-0.000040 (-0.284)
到達時間 變異	VAR_AR _t	--	11.232 (2.341)*	-0.00019 (-1.428)	0.00044 (0.242)
產品需求 變異	VAR_OUT _t	-23.906 (-11.076)**	--	0.000534 (1.453)	-0.00056 (-0.110)
製造時間	TIME _t	--	7.351 (4.046)**	--	--
生產總數	QTY _t	0.000013 (1.319)	--	--	--
產能利用率	UTIL _t	--	0.323 (3.241)**	-0.0000008 (-0.291)	-0.00021 (-5.833)**
設備生產力 (落後一期)	OEE _{t-1}	0.776 (57.600)**	--	--	--
生產週期時 間(落後一期)	CYCLE _{t-1}	--	0.890 (73.815)**	--	--
報廢率 (落後一期)	SCRAP _{t-1}	--	--	0.130 (12.003)**	--
重製率 (落後一期)	REWORK _{t-1}	--	--	--	0.761 (44.611)**

^: 10% significant level; *: 5% significant level; **: 1% significant level