

國立交通大學
工業工程與管理學系

碩士論文

考慮外包價格及彈性之產能規劃
Capacity Planning Based on Outsourcing Pricing
and Flexibility

研究生：蘇瑋婷

指導教授：許錫美 博士

中華民國九十四年六月

考慮外包價格及彈性下之產能規劃

Capacity Planning Based on Outsourcing

Pricing and Flexibility

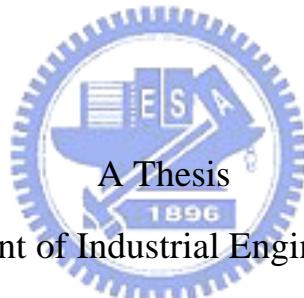
研究 生：蘇瑋婷

Student : Wei-Ting Su

指導教授：許錫美 博士

Advisor : Dr. Hsi-Mei Hsu

國立交通大學
工業工程與管理學系
碩士論文



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Engineering

In

Industrial Engineering

June 2005

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年六月

考慮外包價格及彈性之產能規劃

研究生：蘇瑋婷

指導教授：許錫美 博士

國立交通大學工業工程與管理學系

中文摘要

在變化莫測的大環境下，客戶的需求急劇變化，常有淡旺季之別。由於需求的不確定性，造成產能規劃上的困難。因此，為避免淡季時產能閒置過多，固定設備投資過多造成固定資產金額太大，使得每股盈餘變少，不利於股東投資，企業除自有機台外，當旺季產能不足時，可委外生產。因此，製造商的產能包含自有產能及外包產能。自有產能屬固定產能，外包產能可視為變動產能，以因應客戶需求的變化。



本研究考慮某一製造商其生產環境為訂單性生產，有一家固定合作的代工廠。假設該製造商受景氣循環的影響，淡季及旺季產能需求差異相當大，且已知其機率分配。本研究假設旺季外包工廠願意提供之產能與製造商淡季時的下單量相依，以最小化規劃期內期望總成本為目標，構建產能規劃模式，以決定最佳自有機台購置量及淡季最佳外包機台租用時數。隨之，探討在不同外包條件下，各類成本的變化。最後以一案例說明此產能規劃模式。

關鍵字：淡、旺季需求差異大、外包產能、產能規劃模式

Capacity Planning Based on Outsourcing Pricing and Flexibility

Student : Wei-Ting Su

Advisor : Dr. Hsi-Mei Hsu

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

Abstract

Facing customers' demands rapid change, manufacturer will be partially outsourcing to deal with customers' fluctuating demands and to minimize its expected production cost In this study, given customers' demand distribution functions of peak season and off-peak season, we develop a capacity planning model for a make-to-order manufacturer to determine its owned capacities and rented capacities provided by a outsourcing firm.. In this model, we assume that at peak season the rented capacities has an upper bound given by the outsourcing firm based on manufacturer's ordering quantities of off-peak season, and manufacturer should place his order to the outsourcing firm before his customers demands are actually determined. Then , we solve this model with Mathematica software. Finally, an example is given to illustrate this model.

Keywords : Peak Season, Off-Peak Season, Outsourcing, Capacity Planning

誌謝

在交大的這段時間，承蒙指導教授 許錫美博士的悉心指導與鼓勵，除了在論文寫作上給予諸多指引與協助，使得本論文得以完成外，且在課業及生活上，給予相當的建議與關心，師恩浩瀚，無以回報，謹向指導教授獻上最深摯的謝意。論文審查時，感謝口試老師巫木誠教授、彭德保教授以及陳文智教授針對論文提供了諸多寶貴的意見，使得本論文更臻完備。

研究所兩年內，非常感謝同師門的 Office 小天王宜穆、宜娟、建閎、貽朝在學習過程的幫助、日常生活中體貼照顧以及對生活體驗的分享，相當幸運有他們這些亦師亦友的同學。此外，相處同研究室的泰盛學長、金門、尚宏、挺耀、正航、雅娟、岳霖以及聲宇，感謝你們在精神上和生活上不斷地給予支持和鼓勵，讓我這兩年充滿歡笑。感謝思穎、亞妮、怡瑩、孟君以及倚君在這段時間內的精神支持及研究經驗分享。更感謝清文幾年來陪我一起開心、難過以及當我失信心時，給我力量，鼓勵我前進。



最後感謝父親及阿姨長久以來不斷的栽培，讓我無後顧之憂的完成學業，感謝之心，無能言表。願將這一喜悅與我最愛的家人及朋友一起分享。謝謝。

蘇瑋婷 謹誌

2005/06/20

目錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	v
圖目錄	vi
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 問題限制與定義	2
1.3 研究目的	3
1.4 論文架構	3
第二章 參考文獻	5
2.1 委外代工	5
2.2 代工廠選擇問題	11
第三章 模式建構	18
3.1 問題定義	18
3.2 研究假設	21
3.3 模式構建	21
第四章 案例說明	24
4.1 輸入基本資料	24
4.2 不同外包條件下求算結果與參數分析	24
4.2.1 不同代工價格下，對最佳策略的影響	25
4.2.2 不同需求變異數對外包政策的影響	40
4.2.3 不同需求平均對外包政策的影響	41
4.3 小結	41
第五章 結論與未來研究方向	43
5.1 結論	43
5.2 未來研究方向	43
參考文獻	44
附錄	45

表目錄

表 2.1 企業面臨環境【3】	6
表 2.2 企業不同環境下之因應策略【3】	6
表 2.3 外包主要優點【6】	7
表 2.4 外包主要缺點【6】	7
表 2.5 文獻整理.....	16
表 4.2.A-1 外包價格 1.1、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略	25
表 4.2.A-2 外包價格 1.1、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略	26
表 4.2.A-3 外包價格 1.1、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略	26
表 4.2.A-4 外包價格 1.1、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略	26
表 4.2.B-1 外包價格 1.2、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略.....	28
表 4.2.B-2 外包價格 1.2、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略.....	28
表 4.2.B-3 外包價格 1.2、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略.....	28
表 4.2.B-4 外包價格 1.2、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略.....	29
表 4.2.C-1 外包價格 1.3、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略.....	30
表 4.2.C-2 外包價格 1.3、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略.....	30
表 4.2.C-3 外包價格 1.3、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略.....	31
表 4.2.C-4 外包價格 1.3、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略.....	31
表 4.2.D-1 外包價格 1.4、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略	33
表 4.2.D-2 外包價格 1.4、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略	33
表 4.2.D-3 外包價格 1.4、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略	33
表 4.2.D-4 外包價格 1.4、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略	34
表 4.2.E-1 外包價格 1.5、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略	35
表 4.2.E-2 外包價格 1.5、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略	35
表 4.2.E-3 外包價格 1.5、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略	36
表 4.2.E-4 外包價格 1.5、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略	36
表 4.2.F-1 外包價格 1.6、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略	37
表 4.2.F-2 外包價格 1.6、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略	38
表 4.2.F-3 外包價格 1.6、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略	38
表 4.2.F-4 外包價格 1.6、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略	38
表 4.2.3 不同需求變異對最佳決策的影響	40
表 4.2.4 不同淡季需求平均對最佳決策的影響.....	41
表 4.2.2 生產成本與外包價差、容許修改幅度及倍數之迴歸關係式	46

圖目錄

圖 1.1 研究情境示意圖	1
圖 1.2 向代工廠下單時點示意圖	2
圖 1.3 下單時點示意圖	3
圖 2.1 外包決策過程架構圖【6】	9
圖 3.1 下單時點示意圖	19
圖 3.2 容許彈性及倍數示意圖	20
圖 3.4 旺季需求及產能準備量示意圖	22
圖 4.2.A-1 外包價格為 1.1 時自製時數分析圖	27
圖 4.2.A-2 外包價格為 1.1 時淡季外包時數分析圖	27
圖 4.2.B-1 外包價格為 1.2 時自製時數分析圖	29
圖 4.2.B-2 外包價格為 1.2 時淡季外包時數分析圖	29
圖 4.2.C-1 外包價格為 1.3 時自製時數分析圖	31
圖 4.2.C-2 外包價格為 1.3 時淡季外包時數分析圖	32
圖 4.2.D-1 外包價格為 1.4 時自製時數分析圖	34
圖 4.2.D-2 外包價格為 1.4 時淡季外包時數分析圖	34
圖 4.2.E-1 外包價格為 1.5 時自製時數分析圖	36
圖 4.2.E-2 外包價格為 1.5 時淡季外包時數分析圖	37
圖 4.2.F-1 外包價格為 1.6 時自製時數分析圖	39
圖 4.2.F-2 外包價格為 1.6 時淡季外包時數分析圖	39

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

在變化莫測的大環境下，客戶的需求急劇變化，常有淡旺季之別。由於需求的不確定性，造成產能規劃上的困難。因此，為避免淡季時產能閒置過多，固定設備投資過多造成固定資產金額太大，使得每股盈餘變少，不利於股東投資，企業除自有廠內機台外，當旺季產能不足時，可採用外包方式，由代工廠生產。

為利於產能規劃，一般代工廠會要求製造商下單的時點必須在製造商確認顧客訂單之前，如圖 1.2 所示。製造商在 $t-1$ 時點依據顧客需求預測向代工廠下單，在 t 時點確定顧客需求，若顧客需求與之前的預測有差異，代工廠允許製造商部份彈性修改幅度，因此在 t 時點，可部份追加或減少訂單量。代工廠允許的訂單量修改本研究稱之為「產能修改幅度」。



圖 1.1 研究情境示意圖

旺季時，代工廠因產能不足，無法滿足顧客需求。該代工廠為避免淡季產能閒置，其旺季時產能分配的原則是依據於淡季時客戶的訂單量的某個倍數來分配，在本研究中稱之為「倍數」。

在訪談企業的過程中發現，代工廠旺季時的需求遠大於產能供給量，代工廠分配給製造商的產能低於製造商的需求量；因此在旺季時，製造商會接受代工廠分配給他的所有的產能。

本研究將代工廠提供產能修改幅度及倍數，稱之為產能調整彈性。製造商的產能包含自有產能及外包產能。自有產能屬固定產能，外包產能可視為變動產能以因應客戶需求的變化。考慮自製價格與外包價格的差異，及產能調整彈性，在最低生產成本的目標下，如何決定自製產能與外包水準，是一值得探討的課題。

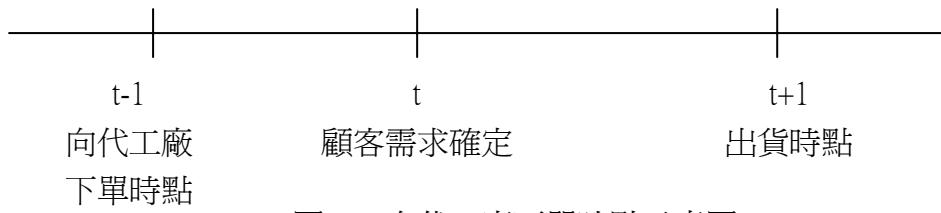


圖 1.2 向代工廠下單時點示意圖

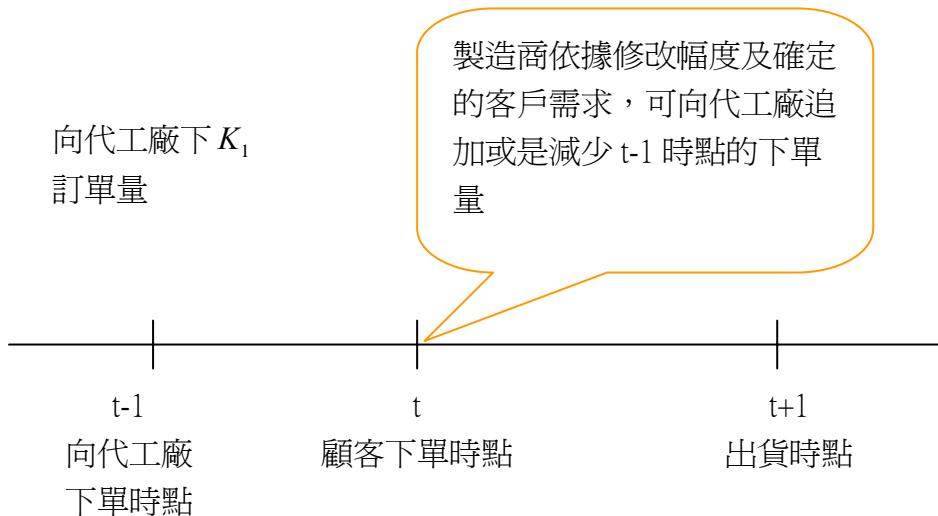
1.2 問題限制與定義

本研究考慮某一製造商其生產環境為訂單性生產，有一家固定合作的代工廠。假設該製造商的淡季及旺季需求不確定，且為一已知的機率分配。本研究將顧客的需求轉換為對某種機型的產能需求，該產能分為自有購置的機台及委外的產能。

旺季時，代工廠也因產能不足，無法滿足顧客需求，該代工廠為避免淡季產能閒置，本研究假設其旺季時產能分配的原則是依據於淡季時客戶的訂單量的倍數來分配。由於旺季時需求遠超過產能，因此假設企業在旺季時向代工廠下的訂單量即為「代工廠願意提供的最高產能」，如圖 1.3 所示。

假設淡季時製造商在 $t-1$ 時點向代工廠下單量為 K_1 ，則旺季製造商向代工廠的下單量則為 $\beta * K_1$ (β 為倍數)，此下單量即為代工廠願意提供的最高產能，此倍數不受顧客在 t 時點時，是否有修正其訂單量影響。

(a) 淡季向代工廠下單示意圖



(b)旺季向代工廠下單示意圖

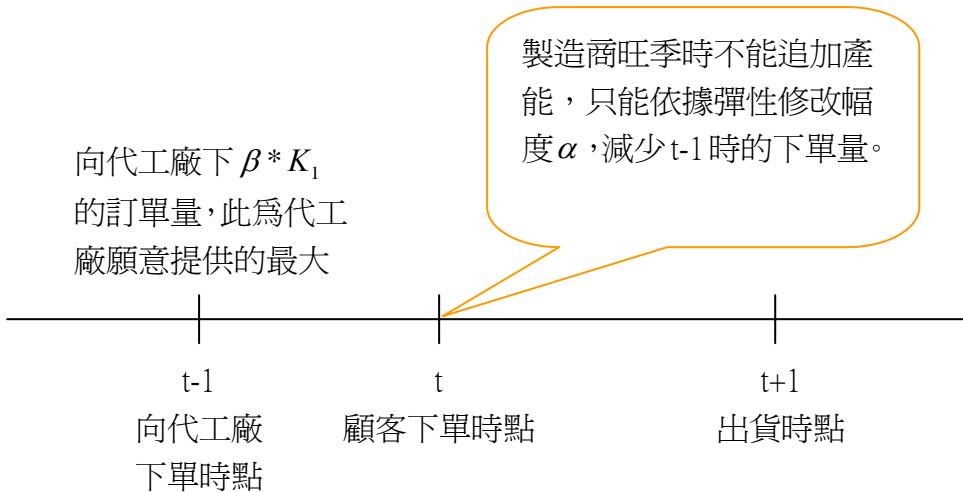


圖 1.3 下單時點示意圖

在本研究中，所考量的生產成本如下：

- (1) 廠內機台的購置成本。
- (2) 外包機台的訂購成本。
- (3) 外包機台閒置的成本。
- (4) 淡季時外包機台不足的追加成本。
- (5) 旺季時外包機台不足的缺貨成本。



在需求急遽變化不確定的環境下，外包環境如上所述，如何決定最佳廠內機台購置量及外包機台租用時數，以最小化生產成本的目標，為本研究探討的問題。

1.3 研究目的

本研究目的為在上述外包環境下，構建數學模式，以最小化生產成本，決定最佳廠內機台購置量及外包機台租用時數。此外並探討在不同外包條件下(外包機台單位成本、修改幅度及倍數)對製造商最佳產能配置決策之影響。

1.4 論文架構

本論文之章節如下：

1. 緒論

2. 文獻回顧
3. 模式構建
4. 案例分析
5. 結論與未來研究



第二章 參考文獻

本研究探討市場需求急遽變化的環境下，製造商的產能包含自有產能及外包產能，如何利用外包產能滿足客戶需求的急遽變化，以最小化生產成本。本章針對下面幾類相關文獻進行探討。

(1)委外代工

(2)代工廠選擇

2.1 委外代工

Cgarkes、David 與 Brian【3】探討一般企業是否該將非核心活動外包的問題，所謂非核心活動如：標準零件製作、客服活動、資訊技術(IT)…等等。一般外包的傳統思維是將非核心的活動外包。但近來有人提出不同以往的想法，認為保留舊有的核心活動是危險的。該文提出當企業面臨何種環境時，可以考慮將舊有核心活動外包。保有核心競爭力對某些公司是必須的，但並非對所有的企業來說，保有其舊的核心競爭力都是明智。若目前企業有的核心競爭力正在減弱，企業應該開始考慮外包。該文將企業環境以技術及市場是否已成熟兩個維度來分類，如表 2.1【3】所示。並依企業所面臨的環境不同，來探討因應策略，如表 2.2【3】所示。

表 2.1 企業面臨環境【3】

	技術成熟	技術不斷創新
顧客需求已經成熟(市場已開發)	趕上：企業在舊的核心能力已無價值或其技術不及競爭者，則必須趕上競爭者的技術	技術轉移：由於新技術的出現，顧客的喜好已經移轉到新技術，企業必須買進新技術來保持其競爭力
客需求變化大(市場尚未開發)	價值鏈的改變：價值鏈中的利潤來源已經移轉，原來技術已非主流，需將焦點放置在新的技術上	進入新市場：企業從現在的技術及市場獲利，新技術及新市場的出現讓競爭者很快的可達到目前企業的地位，故研發速度快，才能占領新市場

表 2.2 企業不同環境下之因應策略【3】

	技術成熟	技術不斷創新
顧客需求已經成熟(市場已開發)	 <p>趕上：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)選擇擁有尖端能力的伙伴 (2)借助代工伙伴能力，找出競爭力 (3)選擇的伙伴必須與企業沒有直接的競爭關係 	<p>技術移轉：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)由於組織不願意改變，因此不願意採用新技術 (2)選擇成長且具有競爭力的代工廠 (3)準備投資該企業伙伴(代工廠)的資金 (4)確保智慧財產權的歸屬
顧客需求變化大(市場尚未開發)	<p>滿足顧客的需求：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)把焦點放在顧客需求 (2)選擇有彈性的代工廠 (3)準備把技術移轉給(外包商) 	<p>進入新市場：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)了解到目前沒有任何企業擁有這項新技術 (2)找出主要的競爭者及潛在競爭者 (3)找出積極發展的企業共同合作 (4)找出售合適的合作伙伴

Bertrand 與 Francois 【6】整理外包相關文獻，將外包策略的優缺點整理如表 2.3 及表 2.4 所示。

表 2.3 外包主要優點【6】

主要優點	參考文獻
降低作業成本	Lacity and Hirschheim(1993b);McFarian and Nolan(1995);Barthelemy and Geyer(2000);Kakabadse and Kakebadse(2002)
專注核心競爭力	Qulnn and Hilmer(1994);Saunders et al.(1997);Alexander and Young(1996b);Kakabadse and Kakebadse(2002);McFarian and Nolan(1995)
減少資本的投資	Barthelemy and Geyer(2000)
改善成本	Kakabadse and Kakebadse(2002)
得到外部的競爭力且改善品質	Qulnn and Hilmer(1994)Kakabadse and Kakebadse(2002);McFarian and Nolan(1995)
將固定成本轉成變動成本	Alexender and Young(1996a)
得到企業內部控制	Lacity and Hirschheim(1993a);Alexander and Young(1996a)

表 2.4 外包主要缺點【6】

外包主要缺點	參考文獻
依賴供應商	Alexander and Young(1996b);Aubert et al.(1998)
隱藏成本	Earl(1996);Alexander and Young(1996b);Aubert et al.(1998);lacity and Hirschheim(1993a);Barthelemy(2001)
專業能力下降	Bettis et al.(1992);Martinsons(1993);Quinnand Hilmer(1994);Khosrowpour et al.(1995);Alexander and Young(1996b);Earl(1996);Aibert et al(1998);Dolg et al.(2001)
喪失必須的能力	Earl(1996);Aubert et al.(1998)
社會風險	Lacity and Hirschhelm(1993b);Barthelemy and Geyer(2000)

Bertrand 與 Francois 【6】以訪談方式，了解歐洲大型製造業的外包行為。該文討論的是長期合作關係的外包，稱之為策略性外包。策略性外包定義如下：經由一個長期的合約，把一個企業內部活動轉移由外部的供應商來負責，其中也包含了把原本公司內部負責該活動的相關人員轉移給供應商。其與一般外包的不同點在於，策略性外包的契約較長，通常是四到五年，而一般性的外包則是每期或季來訂定契約，通常也不會包含內部人員或機器的轉移。

該研究訪談四個歐洲國家、180 份問卷，包含各種不同產業。其分析結果如下：

- (1) 企業外包活動主要動機：產品創新、技術進步；新產品上市速度快；活動具季節性循環特性；市場具循環特性。
- (2) 企業外包主要目的：降低成本；將重心放在核心活動；取得彈性。
- (3) 外包常見風險：過度依賴代工廠；代工廠的生產能力、品質、製程是否能符合企業需求。
- (4) 企業最常外包的活動：IT 活動；維修活動；物流；電信部門。
- (5) 企業較不願意外包的活動：財務活動、行銷活動、會計活動、業務活動。

Bertrand 與 Francois 於文中最後提出了外包決策過程架構，如圖 2.1 【6】所示。





圖 2.1 外包決策過程架構圖【6】

Lisa 與 Corey 【2】探討當外包發生時，企業本身的原料用量變少，因此企業容易喪失原本與原料供應商的議價能力，研究許多外包成功及失敗的個案後，整理出幾種企業處理供應商與代工廠原物料購買及付款的問題的方式。如下所示：

- (1) 企業直接向供應商購買原料，由代工廠付款：由於企業本身議價能力較強，因此自行與供應商談好價格，供應商直接將貨送到代工廠，之後由代工廠直接付款。
- (2) 企業直接向供應商購買原料並且直接付款：有兩類情況會使用此策略：(1)由於企業本身議價能力較強，因此自行與供應商談好價格，但因為不信任代工廠(擔心代工廠將價格訊息傳給其它競爭者)，因此代工廠只負責收貨，不牽涉與供應商的金錢交易；(2)企業議價能力不一定較強，因不信任代工廠(不願讓代工廠知道供應商資料)因此，有時甚至將零件先送至製造商，再由企業送往代工廠。
- (3) 由代工廠直接與供應商協商價格、付款：因為代工廠的議價能力較強，另外不擔心供應商資料外露或是代工廠值得信任，此時讓代工廠直接與供應商協

商價格、付款。

- (4) 由代工廠直接與供應商直接協商價格、但由製造商付款：擔心代工廠利用其本身的議價能力隱瞞實際零件價格，以賺取更多的利潤，此時雖由代工廠與供應商協商價格，但自行付款。

Christian 與 Lars【1】以兩家電信業者(Telecom Firm)，Ericsson 及 Nokia 為例，探討外包略實際上是否可以降低成本以及外包對核心競爭力的影響。因為 Ericsson 深信外包可降低成本，因此視研發為其重點，將大部份生產活動外包；然而 Nokia 則是將生產活動視為其核心競爭力，該文就成本及競爭力觀點來分析此兩極化策略。

針對 Ericsson 認為外包可以降低成本，該文逐一分析各項電信業的生產成本，討論外包對成本的影響。電信業的生產成本包含：特殊零件(70~80%)成本；標準零件(4~5%)；生產成本(機台成本+員工費用)(20~25%)。在電信業的案例中發現，只有在標準零件成本，代工廠可利用其議價能力為製造商帶來較低的價格，因此可降低的成本相當有限。在人工成本方面，雖然 Ericsson 擁有海外的外包廠可以外包至人工薪資較低的國家，但因而增加的管理費用可能抵銷其原本可帶來的利益。在多重的考量下，Ericsson 原本認知的外包所能帶來的利益，將被外包產生的交易成本，如：管理複雜化、運送原料及半成品費用、技術及知識的轉移所部份抵銷。

Ericsson 在新產品早期階段，經由總公司將產品工業化(即產品研發完成後，試驗出較具經濟效益的生產流程)，然後將標準生產流程(方法)給代工廠，大部份製造活動在此時外包。代工廠只依標準生產流程生產該產品，並不會從生產經驗中改善生產程序以得較好的良率，且研發與生產部門無良好的溝通，易造成兩部門間衝突。

反觀 Nokia 的策略，Nokia 從產品研發、生產到淘汰階段都由內部管理，因此除具有生產上的經濟規模。另外自製可使研發與生產部門有良好的溝通，減少研發與生產部門之間的衝突，以縮短產品上市時間及提升良率，故 Nokia 至今一

直視製造為其核心競爭力。

2.2 代工廠選擇問題

Bowon【5】探討需求確定下，有兩家代工廠其改善能力及價格有差異時，最佳的外包策略。假設公司欲將組裝工作外包，且可把組裝區分成許多階段。考慮了兩種類型的代工廠：(1)提供較便宜的價格，但學習能力低，未來降低成本的能力弱；(2)代工價較高，但具有高的學習能力，未來降低成本的可能性較大。該研究欲解決：(1)該各向兩間代工廠下多少量；(2)需要不同代工商完成到製程的哪個部份。

該論文有幾項限制：(1) 為了讓問題簡單化，假設需求是確定的，而非隨機過程，故在不確定性的環境便不適用。(2) 假設每一階段的生產時間都相同(3) 假設整個產品的製作階段 h (即使是從代工廠到原廠的半成品)是一個連續的變數，但實際上每一生產階段應該為離散的變數較為合理。(4) 在此假設代工廠的學習能力與時間相關，這只有在代工廠學習能力是由與生產經驗相關時才成立的。此論文兩個主要的目的如下：

- (1) 建立一個外包的動態經濟決策模型，當製造商有兩家不同代工廠，各有著不同學習改善能力時，找出最佳訂購方式。
- (2) 另外的目的即是觀察兩家代工廠學習能力變動時，對外包政策的影響為何。

由數值分析結果可知，當有多家的代工廠選擇時，必須把其生產改善能力考量入成本模型。當產品需較多階段(步驟)完成時，也許使用學習能力高的代工廠(即使其價格較高)會是一個較好的決策。該研究主要將代工廠的學習能力納入價格考量中，兩家代工廠的代工價格表示為 $P_1(\tau, h) = K_1 h^\alpha \tau^n$ ；

$P_2(\tau, h) = K_2 h^\beta \tau^m$ 。 h 表示代工廠將半成品製作到 h 階段； $u_i(\tau, h)$ 表示企業在時間為 τ ，可從代工廠 i 得到半成品(製作到 h 階段)的數量； $x(\tau, h)$ 表示存貨水準； $P_i(\tau, h)$ 表代工廠 i 的價格。其參數意義解釋如下：

- (1) $K_1 < K_2$ ：表示代工廠 1 的價格較低

(2) $\alpha < \beta$: 表示當完成半成品的階段愈多，代工廠 1 價格增加比代工廠 2 少

(3) $m < n < 0$: 表示代工廠 2 因熟練度而降低成本的能力較高

該模型同時考慮外包成本、自製成本、產品殘值及製造商訂單量未達代工廠之規模經濟時的處罰成本，在利潤最大化下，得出最佳外包產能規劃。

Ghodsypour 與 Brien 【4】探討在供應商的選擇上，如何同時考慮量化指標(如成本、不良率或是供應商產能限制)及非量化指標(如：供應商品質、供應商信用、學習能力、快速反能力、生產彈性…等等)。過去在供應商的選擇問題的研究中，曾用混整數規劃或是多目標規劃的方式處理，但這類數值方法通常較適用於量化指標。當我們在選擇供應商伙伴時(尤其是長期合作伙伴)，必需將供應商的快速反應能力、彈性或信用等非量化的指標納入考慮。該研究提出整合 AHP 及線性方程式的數量模型。先利用 AHP 的方法選出重要的量化及非量化指標，再計算各家供應商的整體評比(即權重)。在使購買價值最大化(Total Value of Purchasing)情況下，求得最佳外包配置。該研究除了可同時考慮量化及非量化指標外，亦可加入供應商的產能限制，

R_i 表示第 i 間供應商的最後評比； X_i 表向第 i 間供應商下的訂單量； V_i 表；第 i 間供應商的產能限制； D 表示該期間的需求； q_i 表第 i 間代工廠的不良率； Q 表買方可接受的最大不良率。

$$\text{Max}(TVP) = \sum_{i=1}^n R_i X_i$$

subject to

$$\sum_{i=1}^n X_i = D \quad (\text{demand constraint}) \quad (2.1)$$

$$\sum_{i=1}^n X_i q_i \leq QD \quad (\text{aggregate quality constraint})$$

$$X_i \leq V_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{supplier's capacity constraints})$$

$$X_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{nonnegativity constraints})$$

Baris 【7】【8】 探討在需求不確定的情況下，企業使用存貨及外包來解決需求不確定的問題，該研究建構外包成本模型，分別考慮兩種問題的模型。

(1)多家代工廠；(2)單一代工廠，但考量到該代工廠不一定可立即提供產能給製

造商。該研究決定不同存貨水準下的外包策略(最佳外包及自製的數量)。假設外包成本大於自製，給定 K 家外包廠； $x(t)$ 為存貨量；假設在 t 時間的需求量不是高就是低，高需求為 μ_L ，而低需求為 μ_H ，高低(或低高)需求之間的轉換為指數分配，其轉換速率為是 $\lambda_{LH}(\lambda_{HL})$ ；故年平均需求為 $Ed = \mu_H e + \mu_L(1-e)$ ， e 為旺季需求的占比，可得需求變異數為 $Vd = \frac{2(\mu_H - \mu_L)^2(1-e)e^2}{\lambda_{LH}}$ 。

假設當缺貨產生，有 $B(x)$ 的機率顧客會流失，顧客流失的比率隨缺貨量愈大而愈高(顧客流失率為缺貨的函數非定值)；存貨成本 $g(x)$ ；自製量或代工量 u_i (u_i 為第 i 間代工廠的產能上限)，自製利潤 A_0 、外包利潤 A_i ，並假設自製利潤大於外包利潤($A_0 > A_1 > A_2 > \dots > A_k$)。先完全使用利潤較高的代工廠(即等訂購到該代工廠產能最上限時，再考慮下一家代工廠)，再使用利潤較低的代工廠。假設外包沒有存貨成本情況下，該模型求出使用不同代工廠的存貨臨界值 ($Z_0 > Z_1 > Z_2 \dots > Z_N$)，即存貨水準降至 Z_0 時，自有工廠開始生產；存貨水準降至 Z_1 時，向代工廠 1 下單，以此方式求得最佳的產能分配。其利潤方程式如下：

$$V = \max_{u_0, u_1, \dots, u_k} \pi = E \int_0^T \left(\sum_{i=0}^K A_i u_i - g(x) \right) dt$$

subject to

$$\frac{dx}{dt} = \sum_{i=0}^K u_i - d(1 - B(x)), \quad (2.2)$$

$$0 \leq u_i \leq u_i \quad i = 0, 1, \dots, k$$

$$d = \mu_H \text{ if } D = H$$

$$d = \mu_L \text{ if } D = L$$

高、低(低、高)需求間的分配為轉換速率 $\lambda_{HL}(\lambda_{LH})$ 的指數分配

此模型假設各家代工廠雖有產能上限，但訂貨量小於產能上限時，該廠商可立即提供產能。因此會先向低價代工廠訂至其產能上限時，再跟下一家利潤較低的代工廠訂貨，訂貨量依據存貨水準而定。

模型二更深入考慮代工廠產能能否立即提供的問題。由於代工廠同時服務

數個製造商，當製造商需要代工廠產能時，代工廠不一定能夠立刻提供。但代工廠保證一個長期可立刻提供產能給製造商的機率(即服務水準)。假設代工廠能否立刻提供產能為一指數分配，製造商根據存貨量(或缺貨)決定自製及外包的時機與數量。

假設自製量或代工量 u_i (u_i 為第 i 間代工廠的產能上限)；自製利潤 J_0 、外包利潤 J_1 ，且 $J_0 > J_1$ ，自製不足情況下才使用外包。 $S(t)$ 表代工廠可立刻使用與否的狀態， $S(t)=O$ 表代工廠可立刻提供產能， $S(t)=F$ 表示代工廠無法立刻提供產能，代工廠能立刻提供產能與否的期間服從指數分配，可立即生產的機率為 $p(r=1-p)$ 。 β 為長期代工廠可立即提供產能的機率(即代工廠的服務水準)。其利潤方程式如下：

$$V = \max_{u_0, u_1} \pi = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T E[J_0 u_0 + J_1 u_1 - g(x)] dt$$

subject to

$$\frac{dx(t)}{dt} = u_0(t) + u_1(t) - d(t)$$

$$0 \leq u_i \leq \underline{u}_i \quad i = 0, 1$$

$$d(t) = \mu_H \text{ if } D = H$$

$$d(t) = \mu_L \text{ if } D = L$$

$$s(t) = 1 \text{ if } S(t) = O$$

$$s(t) = 0 \text{ if } S(t) = F$$
(2.3)

高、低(低、高)需求間的轉變為轉換速率 λ_{HL} (λ_{LH}) 的指數分配

代工廠可、否(否、可)立即提供製造商產能為 轉換速率為 $p(r)$ 的指數分配

該研究求出使用自製及外包的時機(存貨臨界值($Z_0 > Z_1$))，即存貨水準降至 Z_0 時，自有工廠開始生產；存貨水準降至 Z_1 時，向代工廠 1 下單，以此方式求得最佳的產能分配。由分析可得出下列結果：(1) 使用代工廠的利益隨著需求變化程度愈大，而愈加凸顯；(2) 代工廠可立即提供產能的機率，影響製造商對設備投資水準；(3) 製造商也可經由調整安全庫存量，來改變對代工廠的依賴程度。此模型未來可加以延伸或改善：(1) 在此只考慮單一產能，未來可以考慮多產品問題；(2) 模型中考慮了代工廠不一定可以立即提供產能，在現實問題上，若代工廠有很多顧客，它可選擇欲服務的顧客，因此代工廠可服務的時間

就不再是指數分配。(3)可慮加入其它供應商資訊。

王氏【10】探討當需求受產品生命週期與景氣影響，有一固定合作代工廠商時最佳的外包策略。該研究假設產品在不同生命週期有不同的需求特性，給予不同期別不同的常態需求分配 $D_{ij} \sim N(\mu_{ij}, \sigma_{ij})$ 。假設向代工廠下單後，在確定訂單需求時，代工廠可容許製造商有部份容許修改幅度 α ，並且假設需求可完全滿足。在同時考慮自有機台成本、外包機台訂購成本、外包機台閒置的取消處罰成本及外包機台不足的追加成本，建構一同步產能規劃模式，決定最佳廠內機台購置量及最佳外包機台租用時數。

Ton【9】探討一個連續生產流程工廠包裝產能問題，假設單一產品要分裝成不同尺寸送到各個倉庫，當包裝需求超過包裝產能時，製造商考慮以外包方式或以缺貨後補的方式應付產能不足。該研究假設有足夠的成品可供包裝；外包價格較高但無存貨成本；假設滿足某個固定服務水準下，考慮自製成本、外包成本以及存貨成本，最小化成本選擇最佳產能準備策略。



文獻整理如表 2.5。

表 2.5 文獻整理

作 者	論 文 內 容	結 論
Cgarkes、David 與 Brian 【3】	探討核心活動的外包時機。	將企業環境以技術及市場是否已成熟兩個維度來分類，依企業所面臨的環境不同，來探討因應策略。
Bertrand 與 Francois 【6】	探討歐洲大型製造業的外包行為，分析外包主要動機、風險及企業最容易及最不願意外包的活動。	提出外包決策過程架構。
Lisa 與 Corey 【2】	探討製造商因外包產生議價能力降低的問題。	整理出，在不同情況下(對供應商的信任度、議價能力…)，企業不同的因應策略。
Christian 與 Lars 【1】	探討外包對成本及競爭力的影響。	分析兩家電信業者，其完全不同的外包策略。
Bowon 【5】	需求確定，考慮代工廠的學習能力對成本的影響。	考慮外包成本、自製成本、產品殘值及製造商訂單量未達代工廠之規模經濟時的處罰成本，提出動態經濟決策模型。
Ghodsypour 與 Brien 【4】	在選擇代工廠時，同時考慮量化及非量化指標的問題。	提出整合 AHP 及線性方程式的數量模型。
Baris 【7】	考慮需求不確定，多家配合的代工廠。 考慮缺貨時客戶流失成本、存貨成本、自製及外包成本。	求出不同存貨水準下的外包策略。
Baris 【8】	考慮需求不確定，單一代工廠。 考慮代工廠無法立即提供產能的機率、缺貨時客戶流失成本、存貨成本、自製及外包成本。	求出不同存貨水準下的外包策略。

本研究與過去研究不同之處：

1. 本研究針對景氣循環特性，考慮淡、旺季需求不同，針對各期給予不同的常態需求分配。
2. 本研究假設旺季代工廠願意提供的產能與淡季製造商的下單量相依，過去研究鮮少探討此類問題。



第三章 模式建構

3.1 問題定義

本研究考慮某一製造商其生產環境為訂單式生產。因客戶需求有明顯淡旺季之分，為避免淡季時產能閒置，該製造商除自有廠內機台外，當旺季產能不足時，可委外生產。因此，製造商的產能包含自有產能及外包產能。自有產能屬固定產能，外包產能可視為變動產能，以因應客戶需求的變化。

然而，旺季時，委外的代工廠也因產能不足，無法滿足客戶的需求，該代工廠為避免淡季產能閒置，代工廠在旺季時的產能分配的原則是依據淡季時客戶的訂單量的倍數來分配。由於旺季時需求遠超過產能供給，因此製造商在旺季時向委外的代工廠下的訂單量，可視為“代工廠願意提供的最高產能”。

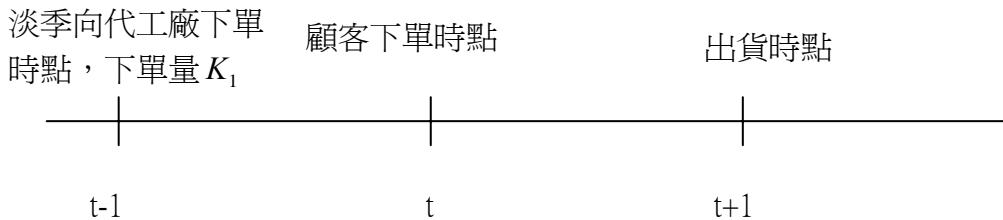
假設該製造商的客戶在淡季及旺季的需求不確定，為一已知的機率分配。一般來說，代工廠會要求該製造商在確定客戶需求的前一期即需告知其需求量，如圖 3.1(a)所示。在 $t-1$ 期依預測客戶需求下單，到第 t 期確定客戶需求時，修改 $t-1$ 期的下單量。



若代工廠提供的修改幅度為 20%，當第 t 期客戶需求確定時，此時外包的產能需求低於 $t-1$ 期製造商對代工廠下單量的 80% 時，仍需支付 $t-1$ 期製造商對代工廠下單量的 80% 的代工費用。此時若外包的產能需求超過 $t-1$ 期製造商對代工廠下單量的 120% 時，要追加外包的產能需求，超出 120% 的部分，需付較高的單位代工成本。然而，旺季時代工廠產能不足，不允許追加訂單，淡季則無此限制。

旺季時，代工廠提供給該製造商的產能上限為其淡季訂單量的 β 倍，此數量不受淡季在 t 時點是否有修改訂單量的影響。如圖 3.2 所示。淡季決定代工廠的下單量的同時，也已決定旺季代工廠願意提供的最大產能量。

(a)淡季下單時點



(b)旺季下單時點

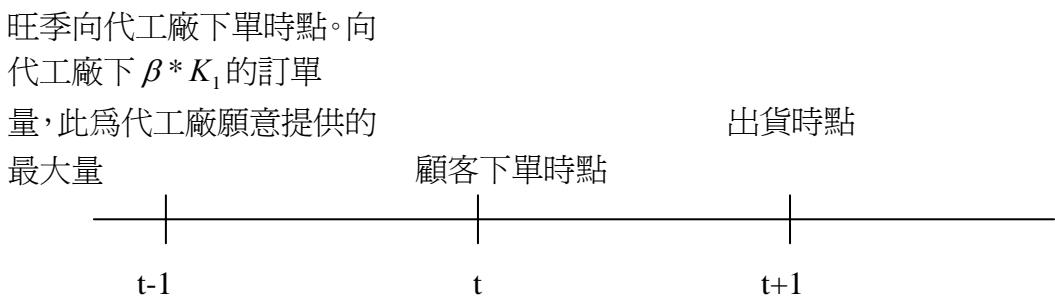
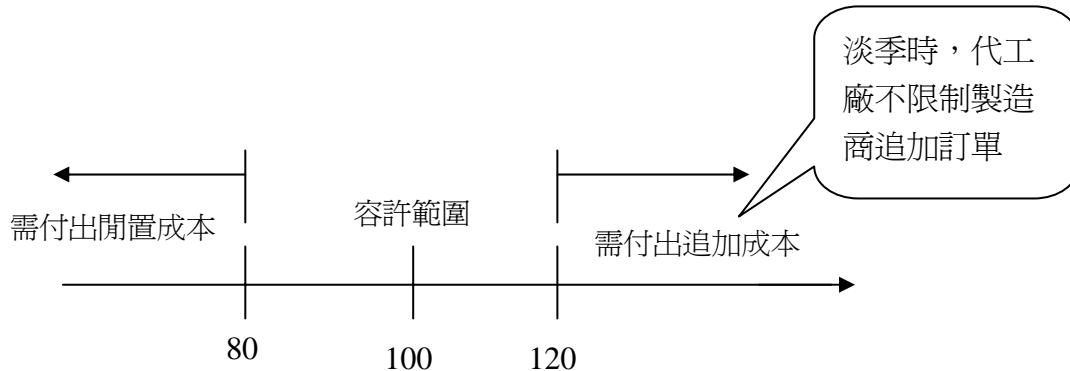


圖 3.1 下單時點示意圖

以下例說明代工廠的修改幅度及倍數關係。

例如： $\alpha = 0.2$ ； $\beta = 2$ ，淡季時製造商在 $t-1$ 時點對委外代工廠下 100 單位的訂單，在 t 時點時確認顧客需求後，委外代工廠允許上下 20 單位的修改(即從 80 單位~120 單位)；若製造商追加的數量超過 20 單位時，超過 20 單位的部分需負較高的單位代工費用，若製造商刪減的數量超過 20 單位時，仍須付 80 單位的代工費用。此時，旺季時，代工廠願意接受製造商的最大訂單量為 100 單位的 2 倍，即為 200 單位。此 200 單位即為製造商旺季的下單量(此下單量不受淡季製造商是否有修改訂單量影響，即使製造商淡季在 t 時點時，修改其訂單量為 80 單位，在旺季仍可得 200 單位的產能)。因此待旺季顧客訂單確定時，製造商被允許往下 40 單位的修改量(即 160~200 單位)。因為旺季產能滿載，代工廠不接受製造商任一單位的追加量。如圖 3.2 修改幅度及倍數示意圖。

淡季：



旺季：



圖 3.2 容許彈性及倍數示意圖

在考量下列幾項成本，最小化總生產成本，求得最佳的廠內機台數，及淡、旺季的外包量。

- (1)廠內機台購置成本
- (2)外包機台成本
- (3)外包機台閒置成本：若是企業高估需求太多，向代工廠下過多訂單，導致外包機台閒置，則需要付部份機台閒置的費用。
- (4)缺貨成本：在旺季時需求大增，若是廠內機台與外包機台之產能仍無法滿足需求，則有缺貨成本產生。
- (5)追加成本：在淡季時若是需求突然增加，可向代工廠追加產能，但是需付出較多的成本。

3.2 研究假設

- 1、機台需求時數是由顧客對產品需求轉換而來，僅考慮單一機台。
- 2、旺季時代工廠產能不足，不允許追加訂單，淡季則無此限制。
- 3、製造商在旺季時向代工廠訂購之訂單量為“代工廠願意提供的最大產能”，即製造商旺季的下單量必為淡季下單量的 β 倍。
- 4、旺季時，代工廠提供給該製造商的產能上限為其淡季訂單量的 β 倍，此數量不受淡季在 t 時點是否有修改訂單量的影響，如圖 3.1 所示。

3.3 模式構建

符號說明

已知：

$D_j \sim (\mu_j, \sigma_j)$ ：表第 j 季需求為平均數為 μ_j ，變異數為 σ_j 的常態分配； $j=1$ 表淡

季； $j=2$ 表旺季。

α ：代表代工廠訂單容許修改幅度； $0 < \alpha < 1$ 。

β ：代表代工廠在旺季願給的產能為製造商淡季下單量的多少倍。

N ：表每季機器運轉的時數。

C ：單位時間自製的成本(元/小時)。

C_1 ：單位外包機台訂購成本。

C_{oA} ：淡季向代工廠追加之成本(元/小時)。

L ：單位缺貨成本。

決策變數：

M ：機台所需的數量。

K_1 ：淡季製造商向委外代工商租用機台之時數(小時)。

其成本計算如下：

1、廠內機台購置成本： TC_M

$$TC_M = CNM$$

2、外包機台租用成本：

外包機台租用成本受到需求值 D 的影響，以 $TC(D)$ 表示

淡季(追加的產能代工廠願意完全提供，但是追加價格較高)

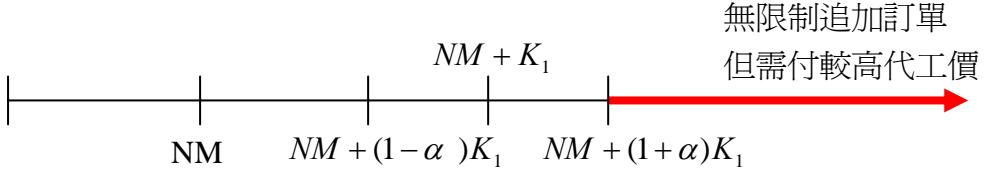


圖 3.3 淡季需求及產能準備量示意圖

淡季時需求為 d 時的代工成本 $TC_1(d)$

$$TC_1(d) = \begin{cases} C_1(1 - \alpha)K_1 & 0 < d \leq NM + (1 - \alpha)K_1 \\ C_1(d - MN) & NM + (1 - \alpha)K_1 < d \leq NM + (1 + \alpha)K_1 \\ C_1(1 + \alpha)K_1 + C_{oA}[d - NM - (1 + \alpha)K_1] & NM + (1 + \alpha)K_1 < d < \infty \end{cases} \quad (3.1)$$

假設旺季需求量大增，代工廠供不應求，因此製造商會向外包廠訂其願意提供的最大產能，即為 $\beta * K_1$ ，並且旺季時代工廠產能滿載，因此無法追加訂單。

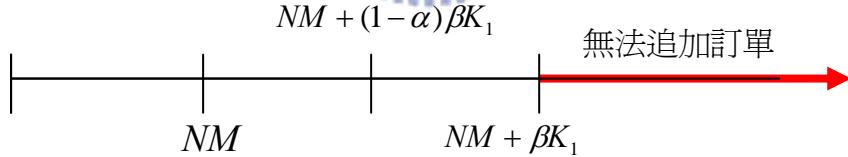


圖 3.4 旺季需求及產能準備量示意圖

旺季時需求為 d 時的代工成本 $TC_2(d)$

$$TC_2(d) = \begin{cases} C_1(1 - \alpha)\beta K_1 & 0 < d \leq NM + (1 - \alpha)\beta K_1 \\ C_1(d - MN) & NM + (1 - \alpha)\beta K_1 < d \leq NM + \beta K_1 \\ C_1\beta K_1 + L[d - NM - \beta K_1] & NM + \beta K_1 < d < \infty \end{cases} \quad (3.2)$$

產品在第 j 期的需求機率分配函數： $f(d_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_j} \exp\left[-\frac{(d_j - \mu_j)^2}{2\sigma_j^2}\right]$ (3.3)

總生產成本 = 2 × 廠內機台成本 + 淡季外包成本 + 淡季外包產能閒置成本 + 淡季追加
成本 + 旺季外包成本 + 旺季外包產能閒置成本 + 旺季缺貨成本

Min function $f(M, K_1)$

$$\begin{aligned}
 f(M, K_1) = & 2CMN + \int_0^{NM+(1-\alpha)k_1} C_1(1-\alpha)K_1 * f(d_1) dd_1 \\
 & + \int_{NM+(1-\alpha)k_1}^{NM+(1+\alpha)k_1} C_1(d_1 - MN) * f(d_1) dd_1 \\
 & + \int_{NM+k_{41}}^{\infty} [C_1 * (1+\alpha)K_1 + C_{oA}(d_1 - MN - (1+\alpha)K_1)] f(d_1) dd_1 \\
 & + \int_0^{NM+(1-\alpha)\beta k_1} C_1(1-\alpha)\beta K_1 * f(d_2) dd_2 \\
 & + \int_{NM+(1-\alpha)\beta k_1}^{NM+\beta k_1} C_1(d_2 - MN) * f(d_2) dd_2 \\
 & + \int_{NM+\beta k_1}^{\infty} [C_1 * \beta K_1 + L(d_2 - MN - \beta K_1)] * f(d_2) dd_2
 \end{aligned} \tag{3.4}$$

由於從 $\frac{\partial f(M, K_1)}{\partial M}$ 及 $\frac{\partial f(M, K_1)}{\partial K_1}$ 無法直接看出 β 、 α 、 C_1 對最佳自有機台數

及外包時數之影響。因此利用不同參數設定，觀察不同代工條件下的最佳決策變數及相關成本的變化。在第四章案例分析中，給定參數

$C_1, C_{oA}, \alpha, \beta, f(d_1), f(d_2), L$ ，利用 Mathematica 求解，觀察不同外包條件下，最小化生產成本，對最佳自有機台數及最佳外包時數及各項成本(總成本、閒置成本、缺貨成本及追加成)之影響。

第四章 案例說明

本章節以案例說明第三章所提出的產能規劃模式。觀察在不同代工條件(成本、修改幅度、倍數)下，對最佳產能規劃結果(自有機台購買量及外包量)的影響。在各案例中，本研究使用 MATHEMATICA 數學軟體，利用數值方法求解第三章建構的產能規劃模式。

4.1 輸入基本資料

1. 下游顧客端基本資料：

本研究假設顧客對產品的各季實際需求為已知常態分配，並且將顧客對產品的需求轉換為對機台的需求。

2. 製造廠商基本資料：

(1) 假設單位機台每季所能負荷之運轉時數

$$=8 \text{ (小時/天)} \times 7 \text{ (天/星期)} \times 4 \text{ (星期)} = 224 \text{ (小時/台)}$$

(2) 單位機台購置成本(每小時)：為方便案例分析，將各案例廠內機台購置成本假設為 1，其他相關成本皆以與廠內機台購置成本的相對值表示。

3. 委外代工廠商基本資料：

(1) 假設委外代工廠容許訂單修改幅度為 α 。

(2) 假設委外代工廠旺季產能提供倍數為 β 。

(3) 機台外包價格(每小時)：與單位廠內機台購置成本相較之比值表示。

(4) 機台產能追加價格(每小時)：與單位廠內機台購置成本相較之比值表示。

(5) 缺貨成本：與單位機台購置成本相較之比值表示。

4.2 不同外包條件下求算結果與參數分析

已知：

1. 市場基本資料：假設下游顧客端未來兩季不確定需求分配為常態分配

$$D_1(2800,500^2), D_2(8400,1000^2), \text{缺貨成本 } L = 4$$

2. 製造廠商基本資料：

單位機台每期所能負荷之運轉時數 $N = 224$

單位時間自製成本， $C = 1$

3.委外代工廠商基本資料：

假設委外代工訂單容許修改幅度為 10%~40%(即 $\alpha_A = 0.1 \sim 0.4$)

機台單位外包機台追加成本 $C_{OA} = 2$

代工廠旺季願意提供的產能倍數 $\beta_A = 1.5 \sim 3.5$

外包機台訂購成本 $C_1 = 1.1 \sim 1.6$

價差=單位時間外包機台訂購成本-單位時間自製成本

本章將分析代工廠的三個參數改變時(不同單位外包機台訂購成本、容許修改幅度及倍數)，對最佳廠內機台購置量、最佳外包機台租用時數及各項成本的影響。

4.2.1 不同代工價格下，對最佳策略的影響

將代工價格 $C_1 = 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5$ 及 1.6 時，在不同的倍數及容許修改幅度之條件下，求出的最佳外包策略分別列入表 4.2.A、4.2.B、4.2.C、4.2.D、4.2.E 及 4.2.F。

(1)表 4.2.A-1~4.2.A-4： $C_1 = 1.1$

表 4.2.A-1 外包價格 1.1、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	5880	1.00	8819	1.00	15941	15045	2971	895	0
2	0	0	0.00	0.00	4472	1.00	8944	1.00	14477	13738	1621	739	0
2.5	0	0	0.00	0.00	3633	1.00	9083	1.00	13650	13042	894	894	20
3	0	0	0.00	0.00	3092	1.00	9277	1.00	13323	12553	622	622	211
3.5	2	448	0.15	0.05	2530	0.85	8853	0.95	13260	11717	628	628	246

表 4.2.A-2 外包價格 1.1、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6066	1.00	9099	1.00	15066	14493	2331	572	0
2	0	0	0.00	0.00	4630	1.00	9259	1.00	13728	13296	1095	432	0
2.5	0	0	0.00	0.00	3789	1.00	9473	1.00	13031	12732	497	290	9
3	0	0	0.00	0.00	3238	1.00	9713	1.00	12796	12513	300	177	105
3.5	2	448	0.14	0.05	2649	0.86	9272	0.95	12754	11514	321	174	170

表 4.2.A-3 外包價格 1.1、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6199	1.00	9298	1.00	14318	13915	1706	403	0
2	0	0	0.00	0.00	4774	1.00	9547	1.00	13155	12905	654	250	0
2.5	0	0	0.00	0.00	3957	1.00	9892	1.00	12645	12523	237	119	4
3	1	224	0.06	0.02	3290	0.94	9870	0.98	12499	11943	155	74	34
3.5	3	672	0.20	0.07	2690	0.80	9414	0.93	12450	10965	186	76	63

表 4.2.A-4 外包價格 1.1、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6295	1.00	9443	1.00	13624	13317	1081	307	0
2	0	0	0.00	0.00	4928	1.00	9856	1.00	12733	12603	319	129	0
2.5	0	0	0.00	0.00	4134	1.00	10335	1.00	12442	12401	92	40	1
3	2	448	0.12	0.04	3328	0.88	9983	0.96	12345	11408	87	31	10
3.5	4	896	0.25	0.09	2717	0.75	9508	0.91	12292	10444	117	34	22

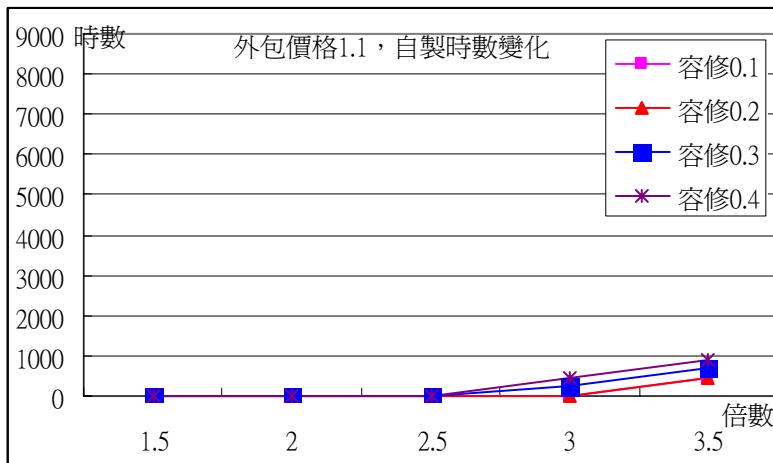


圖 4.2.A-1 外包價格為 1.1 時自製時數分析圖

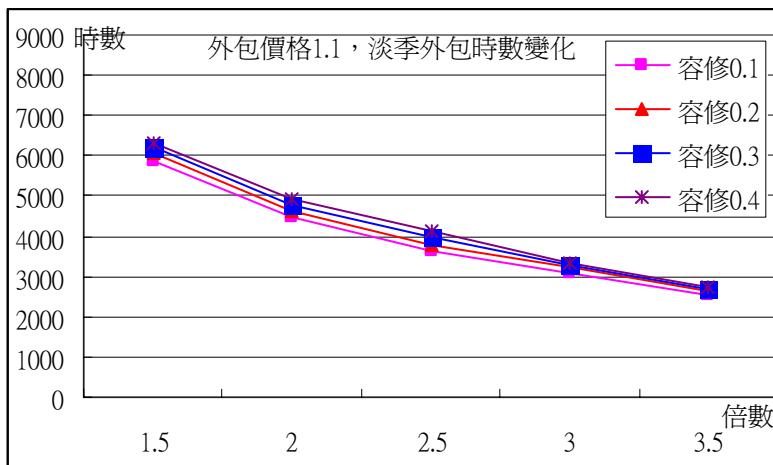


圖 4.2.A-2 外包價格為 1.1 時淡季外包時數分析圖

表 4.2.A-1~4.2.A-4 觀察結果：

- (1)由於委外代工價格相當低，即使倍數較小時，也會將製造全部委託代工廠生產。待倍數較大時，即使較少量的淡季委外代工，在旺季時仍可得足夠的產能，採用少量自製可減少成本且不會使旺季產能嚴重不足，因此開始有少量自製。
- (2)當外包條件愈好(即 α 、 β 愈大)，反而使自製量少量增加。
- (3)相同價格及倍數(β)下，修改幅度(α)愈大，同時增加自製量及淡季外包量。因為可容許修改幅度增加，即使較多的準備產能，也不至使閒置成本過高。
- (4)隨著倍數的增加，閒置成本由遞減變遞增。這是因為當自製機台量愈多時，自製加委外代工量的可修改幅度變小，導致閒置成本些許增加了。

(2)表 4.2.B-1~4.2.B-4 : $C_1 = 1.2$

表 4.2.B-1 外包價格 1.2、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	5820	1.00	8731	1.00	17303	16282	3148	1021	0
2	0	0	0.00	0.00	4432	1.00	8865	1.00	15721	14886	1697	835	0
2.5	0	0	0.00	0.00	3606	1.00	9016	1.00	14832	14152	923	657	23
3	1	224	0.07	0.02	2976	0.93	8928	0.98	14469	13379	705	522	120
3.5	3	672	0.22	0.07	2429	0.78	8503	0.93	14301	12287	711	502	168

表 4.2.B-2 外包價格 1.2、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6011	1.00	9016	1.00	16380	15722	2479	657	0
2	0	0	0.00	0.00	4595	1.00	9189	1.00	14935	14445	1152	490	0
2.5	0	0	0.00	0.00	3767	1.00	9418	1.00	14187	13855	512	322	0
3	1	224	0.07	0.02	3117	0.93	9351	0.98	13910	16155	366	235	71
3.5	3	672	0.21	0.07	2545	0.79	8907	0.93	13770	12079	390	234	113

表 4.2.B-3 外包價格 1.2、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6144	1.00	9215	1.00	15580	15112	1813	468	0
2	0	0	0.00	0.00	4742	1.00	9484	1.00	14327	14043	688	284	0
2.5	0	0	0.00	0.00	3938	1.00	9845	1.00	13783	13647	249	133	4
3	2	448	0.12	0.05	3162	0.88	9486	0.95	13564	12538	219	108	22
3.5	4	896	0.26	0.09	2579	0.74	9028	0.91	13430	11486	267	111	41

表 4.2.B-4 外包價格 1.2、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包比 率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6244	1.00	9366	1.00	14832	14477	1143	356	0
2	0	0	0.00	0.00	4902	1.00	9804	1.00	13878	13732	336	145	0
2.5	2	448	0.10	0.04	3836	0.90	9590	0.96	13537	12555	216	85	0
3	4	896	0.23	0.09	3070	0.77	9211	0.91	13348	11481	215	72	3
3.5	5	1120	0.30	0.11	2596	0.70	9085	0.89	13226	10916	189	56	13

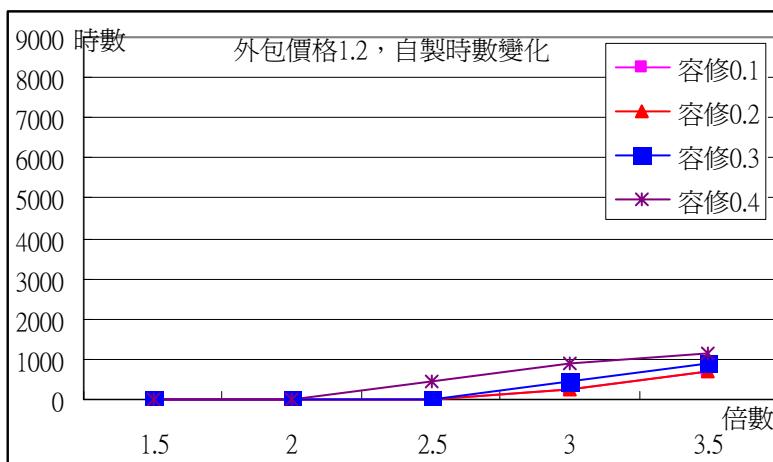


圖 4.2.B-1 外包價格為 1.2 時自製時數分析圖

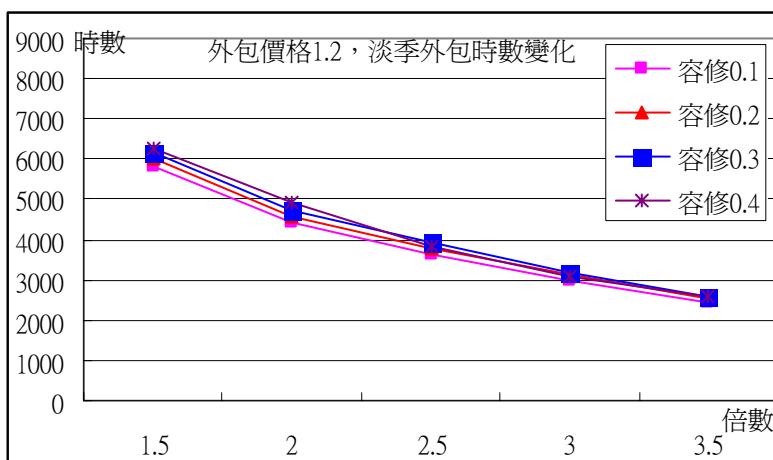


圖 4.2.B-2 外包價格為 1.2 時淡季外包時數分析圖

表 4.2.B-1~4.2.B-4 與表 4.2.A-1~4.2.A-4 相似點：

- (1)外包價格相同下，外包條件愈好(修改幅度或是倍數愈大)，自製量愈大。
- (2)相同價格及修改幅度下，倍數愈大，淡季外包量愈少。因為即使淡季外包量較

小，在旺季也能取得足夠的產能。

(3)相同的倍數(β)時，容許修改幅度(α)愈大，會增加產能準備量，即增加自製量及外包量。

表 4.2.B-1~4.2.B-4 與表 4.2.A-1~4.2.A-4 相異點：

(1)由於代工價格較高，因此， $C_1 = 1.2$ 時，相同的倍數及修改幅度下，外包量皆比代工價格 $C_1 = 1.1$ 時來的少。

(3)表 4.2.C-1~4.2.C-4 : $C_1 = 1.3$

表 4.2.C-1 外包價格 1.3、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	37	8288	0.99	0.99	70	0.01	105	0.01	18397	213	5573	1609	0
2	0	0	0.00	0.00	4394	1.00	8787	1.00	16958	16018	1763	939	0
2.5	0	0	0.00	0.00	3580	1.00	8951	1.00	16008	15252	946	730	25
3	2	448	0.14	0.05	2827	0.86	8480	0.95	15566	13954	817	636	80
3.5	4	896	0.28	0.10	2332	0.72	8161	0.90	15302	12787	827	614	109

表 4.2.C-2 外包價格 1.3、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	5955	1.00	8932	1.00	17686	16934	2618	752	0
2	0	0	0.00	0.00	4560	1.00	9120	1.00	16136	15583	1203	553	0
2.5	0	0	0.00	0.00	3746	1.00	9364	1.00	15340	14972	535	357	11
3	3	672	0.19	0.07	2902	0.81	8706	0.93	14972	13254	571	347	26
3.5	4	896	0.27	0.09	2444	0.73	8553	0.91	14744	12578	492	303	71

表 4.2.C-3 外包價格 1.3、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6089	1.00	9133	1.00	16837	16296	1912	540	0
2	0	0	0.00	0.00	4711	1.00	9421	1.00	15496	15176	720	320	0
2.5	2	448	0.11	0.05	3670	0.89	9174	0.95	14896	13785	460	214	1
3	4	896	0.23	0.09	2933	0.77	8799	0.91	14571	12587	421	184	7
3.5	5	1120	0.31	0.11	2472	0.69	8652	0.89	14365	11944	363	156	21

表 4.2.C-4 外包價格 1.3、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6193	1.00	9290	1.00	16036	15627	1200	409	0
2	1	224	0.05	0.02	4722	0.95	9444	0.98	15020	14377	462	195	0
2.5	3	672	0.15	0.07	3684	0.85	9210	0.93	14562	13096	323	122	0
3	5	1120	0.28	0.11	2942	0.72	8826	0.89	14290	11943	330	105	2
3.5	6	1344	0.35	0.13	2482	0.65	8687	0.87	14113	11331	298	86	7

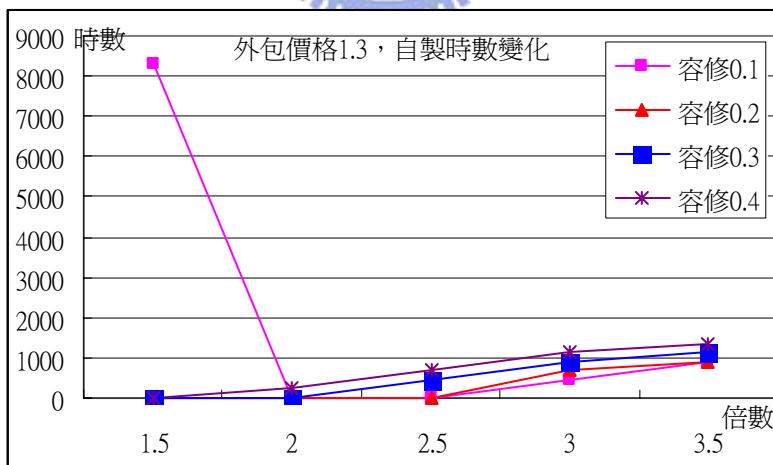


圖 4.2.C-1 外包價格為 1.3 時自製時數分析圖

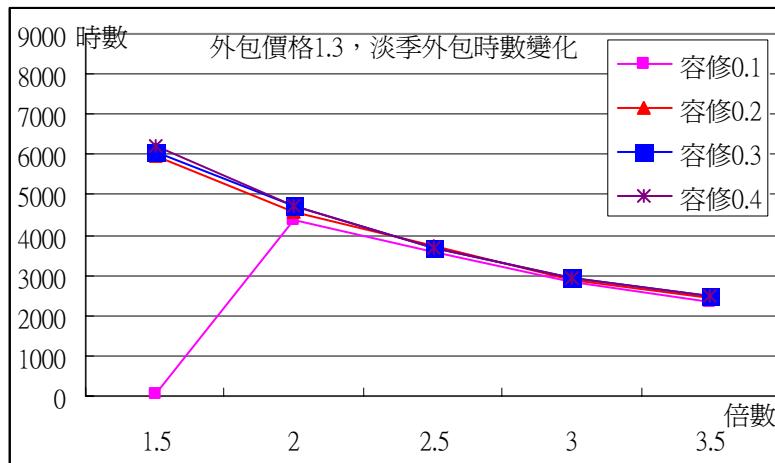


圖 4.2.C-2 外包價格為 1.3 時淡季外包時數分析圖

由表 4.2.C-1~4.2.C-4 觀察結果：

- (1) 由表 4.2.C-1 觀察得知當 $\alpha = 0.1$ 、 $\beta = 1.5$ 時，最佳配置量是完全自製。但當 $\beta = 2$ 時，最佳配置量則轉為完全外包。之後隨著倍數增加，自製量又開始增加，自製量由遞減變遞增的現象。
- (2) 與表 4.2.A-1~4.2.A-4 及表 4.2.C-B-1~4.2.B-4 相似的現象：
 - (a)除了表 4.2.C-1 中的 $\beta = 1.5$ 、 $\alpha = 0.1$ ，因為委外代工條件太差，因此採取完全自製外。從其它 4.2.C-2~4.2.C-4 表發現，當外包條件愈好(當倍數與修改幅度愈大時)，會開始有少量自製。
 - (b)相同代工價格及倍數下，容許修改幅度愈大，增加產能準備量，即增加自製量及外包量。
- (3) 與表 4.2.A-1~4.2.A-4 及表 4.2.C-B-1~4.2.B-4 不同的現象：由圖 4.2.C-1 可看出，在修改幅度為 0.1 時，自製量隨著倍數由遞減變遞增的轉折點產生。

(4)表 4.2.D-1~4.2.D-4 : $C_1 = 1.4$

表 4.2.D-1 外包價格 1.4、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	37	8288	1.00	1.00	0	0.00	0	0.00	18406	0	5488	1830	0
2	0	0	0.00	0.00	4355	1.00	8710	1.00	18186	17133	1822	1052	0
2.5	1	224	0.06	0.03	3450	0.94	8625	0.97	17171	15851	1109	856	16
3	3	672	0.20	0.08	2751	0.80	8254	0.92	16613	14459	962	760	51
3.5	5	1120	0.33	0.13	2236	0.67	7828	0.87	16262	13222	981	734	67

表 4.2.D-2 外包價格 1.4、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	37	8288	0.99	0.99	76	0.01	114	0.01	18397	230	5576	1591	0
2	0	0	0.00	0.00	4525	1.00	9051	1.00	17332	16711	1249	621	0
2.5	2	448	0.11	0.05	3500	0.89	8749	0.95	16462	15079	825	483	4
3	4	896	0.24	0.10	2789	0.76	8368	0.90	15987	13742	732	429	15
3.5	5	1120	0.32	0.12	2345	0.68	8208	0.88	15678	13014	633	381	43

表 4.2.D-3 外包價格 1.4、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	15	3360	0.48	0.38	3712	0.52	5567	0.62	17994	10516	4272	758	0
2	1	224	0.05	0.02	4545	0.95	9090	0.98	16661	15821	905	319	0
2.5	3	672	0.16	0.07	3530	0.84	8825	0.93	15941	14321	619	258	1
3	5	1120	0.28	0.12	2815	0.72	8446	0.88	15525	13041	584	241	4
3.5	6	1344	0.36	0.14	2369	0.64	8292	0.86	15258	12349	514	108	13

表 4.2.D-4 外包價格 1.4、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包比 率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	0	0	0.00	0.00	6143	1.00	9214	1.00	17236	16767	1251	469	0
2	2	448	0.09	0.05	4546	0.91	9093	0.95	16107	14958	620	253	0
2.5	5	1120	0.25	0.12	3415	0.75	8537	0.88	15532	13092	618	200	0
3	6	1344	0.32	0.14	2819	0.68	8456	0.86	15187	12352	487	147	1
3.5	7	1568	0.40	0.16	2374	0.60	8310	0.84	14959	11696	452	123	4

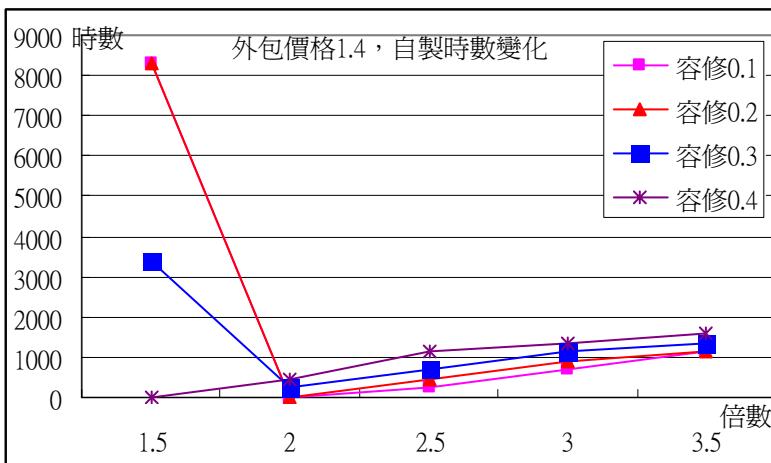


圖 4.2.D-1 外包價格為 1.4 時自製時數分析圖

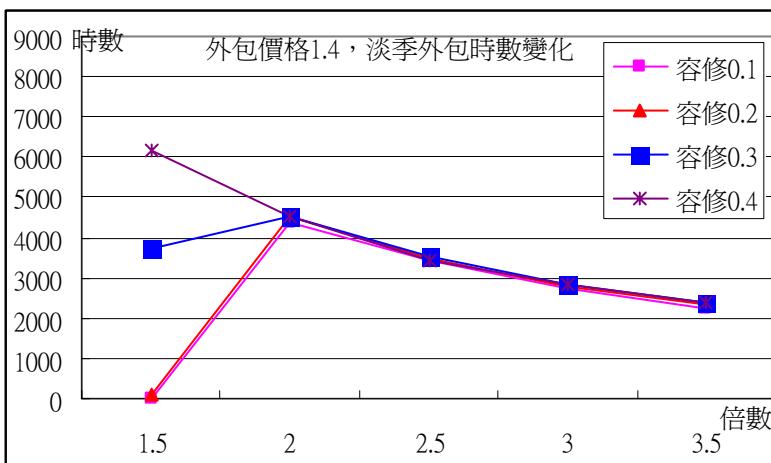


圖 4.2.D-2 外包價格為 1.4 時淡季外包時數分析圖

表 4.2.D-1~4.2.D-4 與表 4.2.C-1~4.2.C-4 相似點：

- (1) 由表 4.2.D-1 發現，當 $\alpha=0.1$ 、 $\beta=1.5$ 時，最佳策略為完全自製。然而當 $\alpha=0.1$ 、

$\beta = 2$ 時，最佳策略卻是完全外包。此劇烈的變化與表 4.2.C-1 ($C_1 = 1.3$) 的行為相當相似。

- (2) 相同價差及容許修改幅度下，會有自製量隨倍數遞增轉而遞減的轉折點。
- (3) 在表 4.2.D-4 ($\alpha = 0.4$) 時，由容許修改幅度的優勢可取代外包較高的生產成本，故即使在倍數相當小的情況 ($\beta = 1.5$)，依然選擇完全外包。

表 4.2.D-1~4.2.D-4 與表 4.2.C-1~4.2.C-4 相異點：

- (1) 然而在 $\beta = 1.5$ 固定時，而 $\alpha = 0.1$ 與 $\alpha = 0.2$ ，其最佳策略沒有由完全自製轉為完全外包之行為，其最佳策略都是完全外包。這是因為在與表 4.2.C-1 及表 4.2.C-2 相比，表 4.2.C-1 與表 4.2.C-2 的倍數效果會大於修改幅度效果。

(5) 表 4.2.E-1~4.2.E-4 : $C_1 = 1.5$

表 4.2.E-1 外包價格 1.5、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	37	8288	1.00	1.00	0	0.00	0	0.00	18406	0	5488	1830	0
2	37	8288	1.00	0.99	24	0.00	49	0.01	18404	102	5521	1726	0
2.5	6	1344	0.31	0.15	2935	0.69	7336	0.85	18241	14455	2099	1097	0
3	5	1120	0.30	0.13	2556	0.70	7669	0.87	17597	14404	1327	937	16
3.5	7	1568	0.43	0.18	2070	0.57	7245	0.82	17179	13120	1377	903	19

表 4.2.E-2 外包價格 1.5、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	37	8288	1.00	1.00	7	0.00	11	0.00	18406	24	5497	1806	0
2	23	5152	0.75	0.60	1753	0.25	3507	0.40	18311	6876	4777	1131	0
2.5	4	896	0.22	0.10	3264	0.78	8161	0.90	17507	15099	1219	615	1
3	6	1344	0.34	0.15	2590	0.66	7769	0.85	16937	13666	1131	559	4
3.5	7	1568	0.42	0.17	2171	0.58	7597	0.83	16568	12909	1013	511	12

表 4.2.E-3 外包價格 1.5、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	35	7840	0.95	0.93	423	0.05	634	0.07	18387	1254	5538	1452	0
2	7	1568	0.29	0.17	3777	0.71	7554	0.83	17734	14047	2157	551	0
2.5	5	1120	0.25	0.12	3284	0.75	8210	0.88	16926	14305	1008	380	0
3	6	1344	0.33	0.14	2701	0.67	8103	0.86	16436	13441	788	305	2
3.5	7	1568	0.41	0.16	2270	0.59	7944	0.84	16114	12703	712	268	7

表 4.2.E-4 外包價格 1.5、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	23	5152	0.67	0.58	2517	0.33	3776	0.42	18044	6983	4745	757	0
2	5	1120	0.21	0.12	4111	0.79	8222	0.88	17116	14504	1203	371	0
2.5	6	1344	0.29	0.14	3277	0.71	8193	0.86	16450	13507	834	255	0
3	7	1568	0.37	0.16	2700	0.63	8100	0.84	16044	12712	689	195	0
3.5	8	1792	0.44	0.18	2271	0.56	7950	0.82	15770	12017	655	167	2

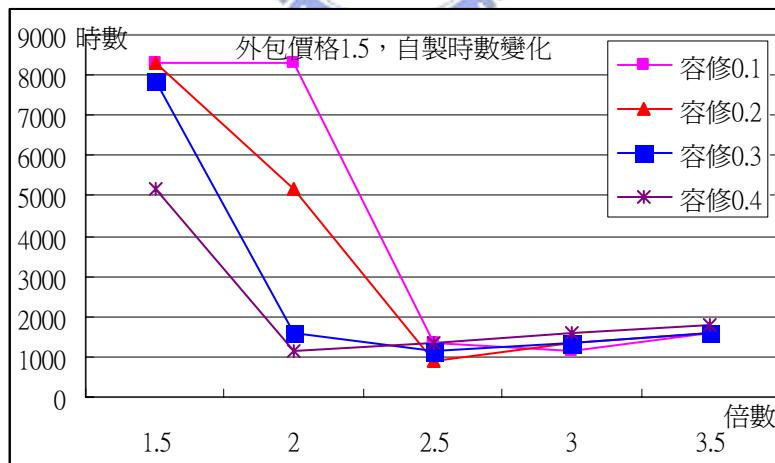


圖 4.2.E-1 外包價格為 1.5 時自製時數分析圖

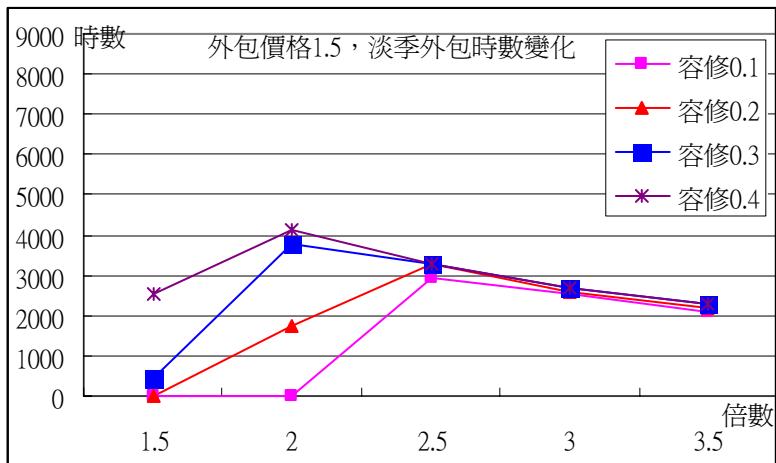


圖 4.2.E-2 外包價格為 1.5 時淡季外包時數分析圖

由表 4.2.E-1~表 4.2.E-4 觀察結果：

- (1) 由表 4.2.E-1 ($\alpha = 0.1$) 發現，由於外包價格相當高，容許修改幅度很低，直到倍數 $\beta = 2.5$ 才顯現出外包的彈性優勢，開始大量委外代工。
- (2) 表 4.2.E-1~表 4.2.E-4 皆有自製量由遞減轉為遞增的行為。推論其原因为如下：
當倍數低時，由於外包條件不足，使的最佳策略為大量自製，隨著倍數愈高(即外包條件愈好)，自製量開始下降。之後又因倍數增加，即使較少的淡季外包量，即可得足夠的旺季產能水準，減少的淡季外包量則由自製取代。
- (3) 隨著修改幅度愈來愈大，自製由遞減變遞增的轉折點在倍數愈低的地方。

(6)表 4.2.F-1~4.2.F-4 : $C_1 = 1.6$

表 4.2.F-1 外包價格 1.6、修改幅度 0.1，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包比 率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	37	8288	1.00	1.00	0	0.00	0	0.00	18406	0	5488	1830	0
2	37	8288	1.00	1.00	0	0.00	0	0.00	18406	0	5488	1830	0
2.5	37	8288	1.00	0.99	20	0.00	51	0.01	18404	108	5518	1720	0
3	37	8288	1.00	0.99	39	0.00	116	0.01	18396	233	5547	1587	0
3.5	9	2016	0.51	0.23	1911	0.49	6689	0.77	18033	12937	1888	1060	4

表 4.2.F-2 外包價格 1.6、修改幅度 0.2，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	37	8288	1.00	1.00	0	0.00	0	0.00	18406	0	5488	1830	0
2	37	8288	1.00	0.99	31	0.00	62	0.01	18403	129	5528	1698	0
2.5	24	5376	0.80	0.62	1313	0.20	3283	0.38	18320	6438	4261	1130	0
3	8	1792	0.43	0.20	2400	0.57	7199	0.80	17826	13557	1644	684	1
3.5	8	1792	0.46	0.20	2079	0.54	7276	0.80	17413	13218	1278	605	6

表 4.2.F-3 外包價格 1.6、修改幅度 0.3，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	37	8288	1.00	1.00	27	0.00	40	0.00	18405	84	5518	1744	0
2	28	6272	0.84	0.72	1207	0.16	2414	0.28	18302	4669	5117	1089	0
2.5	11	2464	0.48	0.27	2665	0.52	6662	0.73	17816	12341	2480	547	0
3	8	1792	0.42	0.19	2501	0.58	7502	0.81	17290	13300	1274	406	0
3.5	9	2016	0.49	0.22	2096	0.51	7334	0.78	16926	12527	1198	366	1

表 4.2.F-4 外包價格 1.6、修改幅度 0.4，不同倍數下的最佳策略

倍數	自有 機台	自製 時數	淡季自 製比率	旺季自 製比率	淡季 外包量	淡季 外包 比率	旺季 外包量	旺季外 包比率	總成本	外包 成本	閒置 成本	缺貨 成本	追加 成本
1.5	33	7392	0.90	0.86	804	0.10	1205	0.14	18344	2327	5487	1232	0
2	20	4480	0.66	0.49	2299	0.34	4597	0.51	17892	8338	3984	594	0
2.5	9	2016	0.41	0.22	2942	0.59	7355	0.78	17304	12920	1585	352	0
3	9	2016	0.45	0.21	2496	0.55	7488	0.79	16852	12547	1180	272	1
3.5	10	2240	0.52	0.23	2095	0.48	7332	0.77	16545	11827	1150	238	0

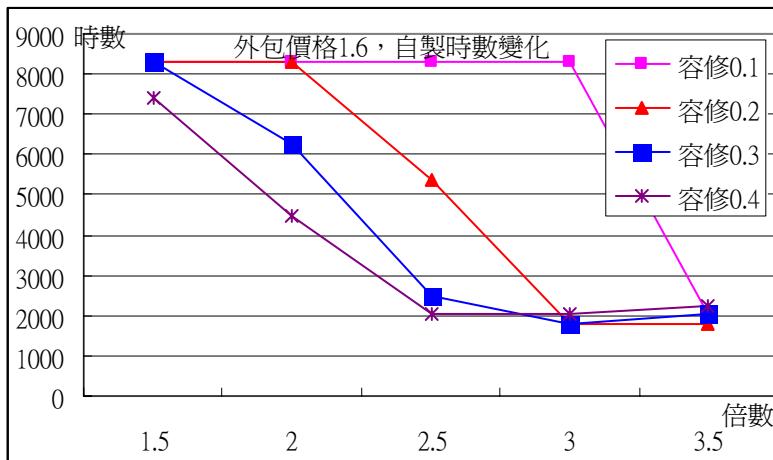


圖 4.2.F-1 外包價格為 1.6 時自製時數分析圖

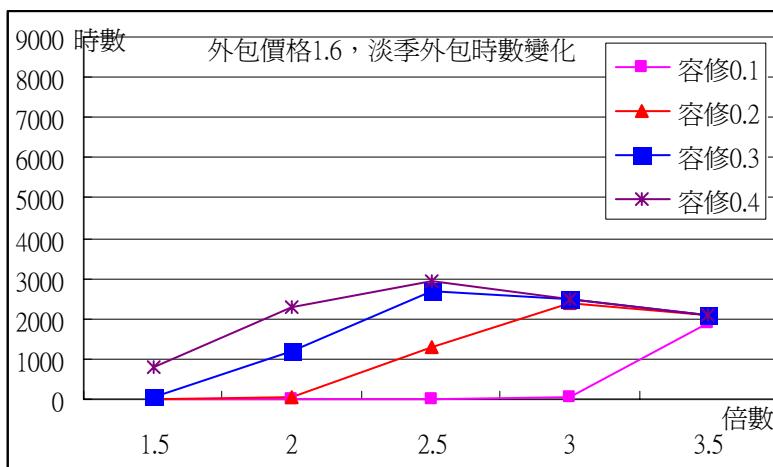


圖 4.2.F-2 外包價格為 1.6 時淡季外包時數分析圖

表 4.2.F-1~4.2.F-4 觀察結果：

- (1) 由表 4.2.F-1 發現，因為外包價格相當高，故在容許修改幅度很低($\alpha = 0.1$)時，需在倍數為 3.5 時，外包的優勢才會顯現出來，才開始大量使用委外代工。
- (2) 轉折點現象產生：
 - (a)相同修改幅度下，價差愈高，其轉折點在倍數較高的地方。
 - (b)相同價差下，修改幅度愈大，其轉折點在倍數較低的地方。
- (3) 在表 4.2.F-1 及表 4.2.F-2($\alpha = 0.1$ 或 0.2)發現，隨著外包條件愈來愈好(倍數及容許修改幅度愈大)，則自製量愈少，委外代工量愈多，並無像表 4.2.E-1 與表 4.2.E-4 中，有自製由遞減變遞增的轉折點。這可能是因為外包價格過較高，其轉折點應該會在倍數更高處。

4.2.2 不同需求變異數對外包政策的影響

已知：

1.市場基本資料：假設下游顧客端未來兩期不確定需求分配為常態分配

$$D_1(2800, \sigma_1^2), D_2(8400, \sigma_2^2), \text{缺貨成本 } L = 4$$

2.製造廠商基本資料：

單位機台每期所能負荷之運轉時數 $N = 224$

單位廠內機台購置成本， $C = 1$

3.委外代工廠商基本資料：

假設委外代工訂單容許修改幅度為 $\alpha = 0.3$

機台單位外包機台追加成本 $C_{OA} = 2$

代工廠旺季願意提供的產能倍數 $\beta_A = 2$

外包機台訂購成本 $C_1 = 1.5$

表 4.2.3 不同需求變異對最佳決策的影響

變異數	自製機台	淡季 外包量	旺季 外包量	淡季 產能準備	旺季 產能準備	成本
(300,700)	16	2660.85	5321.70	6244.85	8905.70	17453.50
(400,900)	9	3521.12	7042.24	5537.12	9058.24	17640.10
(500,1000)	7	3776.87	7553.74	5344.87	9121.74	17734.20
(600,1200)	6	3935.86	7871.72	5279.86	9215.72	17937.10
(500,800)	12	3149.30	6298.60	5837.30	8986.60	17546.80
(500,1000)	7	3776.87	7553.74	5344.87	9121.74	17334.20
(500,1200)	5	4052.70	8105.40	5172.70	9225.40	17931.00

由此上表可知

- (1) 變異數愈大，旺季產能準備量愈多，自製量隨變異數增加而減少，由外包取代自製的產能準備。這是因為變異數大的情況下，需要較大的彈性，此時外包的優勢顯現。
- (2) 淡旺季的變異數差異愈大，愈仰賴外包，不利於自製。且旺季產能準備量也隨之變大。

4.2.3 不同需求平均對外包政策的影響

已知：

1.市場基本資料：假設下游顧客端未來兩期不確定需求分配為常態分配

$$D_1(\mu_1, 500^2), D_2(\mu_2, 1000^2), \text{缺貨成本 } L = 4$$

2.製造廠商基本資料：

單位機台每期所能負荷之運轉時數 $N = 224$

單位廠內機台購置成本， $C = 1$

3.委外代工廠商基本資料：

假設委外代工訂單容許修改幅度為 $\alpha = 0.3$

機台單位外包機台追加成本 $C_{OA} = 2$

代工廠旺季願意提供的產能倍數 $\beta_A = 2$

外包機台訂購成本 $C_l = 1.5$

表 4.2.4 不同淡季需求平均對最佳決策的影響

需求改變	自製機台	淡季外包量	旺季外包量	淡季產能準備	旺季產能準備	成本
(2000,8400)	6	3892.75	7785.50	5236.75	9129.50	17733.3
(2800,8400)	7	3776.87	7553.74	5344.87	9121.74	17734.2
(3600,8400)	10	3428.97	6857.94	5668.97	9097.94	17744.1
(4000,8400)	12	3195.58	6391.16	5883.58	9079.16	17756.5

(1)淡季與旺季的平均需求差異越小，自製量愈多。

4.3 小結

1、相同容許修改幅度及倍數下：若單位外包機台成本增加，製造商傾向利用自有機台做為產能預備，減少外包量。

2、相同價格及容許修改幅度下：若代工廠提供之倍數增加，製造商傾向利用自有機台做為產能預備，減少淡季外包量，因為此時減少淡季外包量不影響旺季代工廠產能之取得。

3、相同價格及倍數下：若代工廠提供之容許修改幅度愈大，製造商傾向增加產

能預備水準，即增加自製量及外包量。

4、轉折點發生：在外包價格較高且修改幅度及倍數低的情況下，最佳策略偏向利用自有機台做為預備產能水準；然而，隨著倍數的增加(換言之外包條件變好)，使得最佳自製量隨之減少；但當倍數增加至某一程度時，此時製造商在淡季時傾向利用自有機台做為預備產能，因為減少淡季外包量並不影響旺季代工廠產能的取得；此時，淡季外包量減少，由自製量取代之，因此會產生自製量由遞減轉而遞增的現象。

修改幅度	價格	轉折點
固定	愈高	發生在倍數愈高的地方
愈大	固定	發生在倍數愈低的地方

5、價差對成本的影響大於容許修改幅度與倍數對成本的影響。



第五章 結論與未來研究方向

5.1 結論

本研究探討淡旺季需求急劇變化下，考慮代工廠提出的外包價格、產能修改幅度及倍數等不同條件下，最小化生產成本為目標，構建分析模式決定最佳自製機台購置量及外包機台租用時數，以供決策者做決策之依據；模式中亦可分析在代工廠提出的不同外包條件下，各類成本(總成本、缺貨成本、產能閒置成本及淡季之追加成本)的差異；如此，當有多家代工廠提出不同外包條件時，決策者可清楚了解各家代工廠提出的外包條件會產生的各項成本為何，利用成本的分析，可供決策者作出最適產能分配策略。

本研究雖然假設旺季時代工廠願意提供的產能即為製造商下的訂單量，由第四章案例分析中發現，在旺季時依然會有缺貨成本；因此，由案例分析結果看來，發現此假設並不影響結果。

由案例中發現當代工與自製價差小(小於0.3)時，則產能以外包產能為主。當價差大且產能調整彈性較差時，則產能以自製產能為主，當價差大且產能調整彈性較好時，又轉為外包產能為主。

5.2 未來研究方向

在未來發展方面，可以從以下幾點進行研究：

- 1、本研究僅將需求分為淡、旺季，未來可將客戶需求區分成淡季、一般及旺季。
- 2、考慮製造商具有兩個以上的固定合作代工廠。

參考文獻

- 【1】 Berggren, C. and L. Bengtsson, “Rethinking Outsourcing in Manufacturing: A Tale of Two Telecom Firms” *European Management Journal* Vol.22, No.2, pp. 221-223, 2004
- 【2】 Ellram, L. and C. Billington, “Purchasing leverage considerations in the outsourcing decision” *European Journal of Purchasing & Supply Management* 7 (2001) 15-27
- 【3】 Fuller, C. B., D. Targett and B. Hunt, “Outsourcing to Outmanoeuvre: Outsourcing Re-defines competitive strategy and structure” *European Management Journal* 2000 Vol.18, No.3, pp.258-295
- 【4】 Ghodsypour, S. H. and C. O’ Brien, “A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming” *Int. J. Production Economics* 56-57(1998)199-212
- 【5】 Kim, B. , “Dynamic outsourcing to contract manufacturers with different capabilities of reducing the supply cost” *Int. J. Production Economics* 86(2003) 63-80
- 【6】 Quelin, B. and F. Duhamel, “Bringing Together Strategic Outsourcing and Corporate Strategy: Outsourcing Motives and Risks” *European Management Journal* 2003 Vol.21, No.5, pp.647-661
- 【7】 Tan, B. and S. B. Gershwin, ” Production and Subcontracting Strategies for Manufacturers with Limited Capacity and Volatile Demand” *Annals of Operation Research* 125, 205-232, 2004
- 【8】 Tan, B., “Subcontracting with availability guarantees: production control and capacity decisions” *IIE Transactions*(2004) 36.711-724
- 【9】 Ton G. de Kok, “Capacity allocation and outsourcing in a process industry” *International journal of production economics* 68(2000)229-239

【10】王盈月，『需求不確定下考慮部份委外代工之產能模式規劃建構』，交通大學工業工程與管理研究所碩士論文，2004

附錄

爲了解價差、容許修改幅度及倍數對成本的影響，因此，對不同的參數設定下，生產成本的改變作迴歸分析，利用 4.2 節不同條件下求算出的成本，發展一迴歸模型。其方程式如下所示：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon \quad \varepsilon \sim_{\text{iid}} (0, \sigma^2) \quad (4.1)$$

Y ：表示生產成本

X_1 ：表示價差

X_2 ：表示容許修改幅度

X_3 ：表示倍數



因爲變數間的衡量單位不同，相對應的係數估計值並無共同比較之基礎，因此利用變數平均數及標準差來做變數的標準化。

$$S_Y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_n)^2$$

$$S_{X_j}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_n)^2$$

標準化後的變數

$$\hat{\beta}_j^* = \frac{\hat{\beta}_j S_{X_j}}{S_Y}$$

代表轉換後的係數，轉換後的迴歸結果稱作標準化的迴歸

$$Y^* = \hat{\beta}_1^* X_1^* + \hat{\beta}_2^* X_2^* + \hat{\beta}_3^* X_3^* + \varepsilon \quad \varepsilon \sim_{\text{iid}} (0, \sigma^2) \quad (4.2)$$

已知：

1.市場基本資料：假設下游顧客端未來兩期不確定需求分配為常態分配

$$D_1(2800,500^2), D_2(8400,1000^2), \text{缺貨成本 } L = 4$$

2.製造廠商基本資料：

單位機台每期所能負荷之運轉時數 $N = 224$

單位廠內機台購置成本， $C = 1$

3.委外代工廠商基本資料：

假設委外代工訂單容許修改幅度為 $\alpha = 0.1 \sim 0.4$

機台單位外包機台追加成本 $C_{OA} = 2$

代工廠旺季願意提供的產能倍數 $\beta_A = 1.5 \sim 3.5$

外包機台訂購成本 $C_1 = 1.1 \sim 1.6$

表 4.2.2 生產成本與外包價差、容許修改幅度及倍數之迴歸關係式

價差	容修	倍數	$\hat{\beta}_1^*$	$\hat{\beta}_2^*$	$\hat{\beta}_3^*$
0.1~0.3	0.1~0.2	1.5~2	0.7708	-0.3073	-0.5569
0.1~0.3	0.1~0.2	3~3.5	0.949	-0.3003	-0.083
0.4~0.6	0.1~0.2	1.5~2	0.4492	-0.2706	-0.3907
0.4~0.6	0.1~0.2	3~3.5	0.8968	-0.3771	-0.2284
0.1~0.3	0.3~0.4	1.5~2	0.8389	-0.2573	-0.4743
0.1~0.3	0.3~0.4	3~3.5	0.9871	-0.1315	-0.077
0.4~0.6	0.3~0.4	1.5~2	0.7044	-0.3192	-0.5348
0.4~0.6	0.3~0.4	3~3.5	0.9449	-0.253	-0.2034

由表觀察結果可得結果如下：

- (1) 在任何條件下，價差對成本的影響大於倍數及容許修改幅度對成本的影響。
- (2) 倍數低時，倍數對成本的影響相較於倍數高時來的大。