

TFT-LCD 面板運輸模式之研究

研究生：陳美好

指導教授：汪進財 盧清泉

國立交通大學交通運輸研究所

摘要

TFT-LCD 面板產業為接單組裝製造型態，TFT-LCD 面板廠商於一個月前得到顧客之需求量預估值，並於得到顧客最後確定訂單才進行運輸作業之規劃。雖然此做法能夠即時地根據顧客訂單做出貨安排，卻缺乏考量整體物流流程的可變化性與彈性，造成整體物流效率不佳、出貨作業集中於月底，於運輸旺季時，往往無法訂到海運艙位、必須以較昂貴之空運運送。

本研究以顧客當月約略之需求量做中短期策略面之整合規劃，整合生產與運輸兩個流程，使整體物流作業更有效率，並且能夠提早預訂艙位，以避免旺季時訂不到艙位而以較昂貴之空運運送或延遲出貨。因此以數學規劃構建一模式，作為整體製造流程與運輸流程上之規劃工具；對於顧客之需求量，分為預估之需求量與臨時增加之需求量以表達預估之需求量與最後實際需求量之差異，並以滾動連續求解方式逼近實務上顧客需求量常常異動之情形。

經以國內某家 TFT-LCD 面板廠商提供之相關參數資料與顧客需求型態為案例分析，並以 LINGO8.0 軟體求解問題，結果顯示並非所有貨物都以海運運輸為最優，而是七成至九成之貨物以海運運送，其他則以空運運送；由於產能有限，廠商應對不同顧客地區之海運運輸量做不同之順序分配，於需求量非高峰時，優先分配給海運運輸班次較少之地區，其次為海運與空運運輸價差大之地區，最後為海運運輸班次頻繁且海運與空運運輸價差小之地區。於需求量尖峰之情形，應優先分配給海運與空運運輸價差大之地區，其次為海運運輸班次較少之地區，最後為海運運輸班次頻繁且海運與空運運輸價差小之地區；若臨時增加需求量偏高，需求量尖峰時其分配順序仍相同，但需分配更多數量之海運運輸量至海運與空運運輸價差大之地區；TFT-LCD 廠商為因應臨時增加之需求量較多之情況，應具備較高之存貨水準維持對於顧客的供貨水準；該模式應用簡單且適用性高，若搭配實際之需求量資料其結果應符合實務界營運之參考。

關鍵字：TFT-LCD 面板、物流、滾動式求解方法、數學規劃

Modelling Transportation Activities of TFT-LCD Products

Student: Mei-Yu Chen

Advisor : Jinn-Tsai Wong

Ching-Chyuan Lu

Institute of Traffic and Transportation

National Chiao Tung University

Abstract

The make-to-order production model is widely adopted by the TFT-LCD manufacturers. Although the preliminarily estimated number of orders can be obtained one month earlier than the delivery date, TFT-LCD manufacturers require the precise number of orders, which in most cases could not be reached until 7 days prior to delivery, to arrange production and transportation activities to meet the demand of the customers. The main drawback of this current practice for TFT-LCD manufactures is that insufficiencies of lead time to plan production and transportation have caused inefficiency in logistics performance, i.e. inadequate inventory or higher transportation costs.

This study attempts to solve the aforementioned problems by employing an integer mathematical programming model to better schedule production and transportation activities on the basis of the estimated number of orders, coupled with a rolling-over approach to tackle the problem that in reality customers submit their finally determined orders in a short lead time.

Utilizing the investigated information from one large TFT-LCD manufacturer in Taiwan as the input data for parameters and TFT-LCD demand patterns of the model, and employing LINGO 8.0 as the solving software for the model, a number of empirical studies based on four scenarios have been performed. The results showed that the total costs (including production and transportation) were minimized by delivering 70-90% of TFT-LCDs by sea and the rest by air, rather than entirely by sea. In respect of TFT-LCDs transported by sea during low ordering season, the products were firstly offered to the destinations where the frequency of voyages was lower, secondly assigned to those where the difference of costs between air transportation and sea transportation (thereafter transportation cost difference) was greater, and finally provided to the locations where more frequent voyages and flights were available and where transportation cost difference was lesser. However, during peak season, the first priority was to provide products to those locations where transportation cost difference was greater, and the next to deliver products to destinations where voyages were fewer. The same results could be obtained in situations where the final order number was relatively greater than that of the

preliminary estimation, with a need for TFT-LCD manufactures to reserve a higher level of inventory and to transport more products by sea to destinations where transportation cost difference was greater.

Keyword : TFT-LCD, Logistics, Rolling-over approach, Mathematical programming.

誌 謝

求學的路上非常幸運，能接受汪進財老師與盧清泉老師兩位恩師的指導，雖然學生有時表現不盡理想，但兩位老師總待學生如一位成熟懂事的人，並給予信心與肯定，願學生離開校園後，能夠保持謙虛誠懇的態度，繼續努力、進步，願老師永遠健康、快樂。謝謝藍武王老師、許鉅秉老師、馮正民老師、黃台生老師、徐淵靜老師、黃承傳老師、韓復華老師、游伯龍老師的教導，以及溫柔的洪瑛璵小姐與柳美智小姐所務上之協助。論文口試期間，承蒙世新大學李坤清老師及東吳大學賈凱傑老師惠賜許多寶貴的建議與指正，使本論文更加完備與嚴謹，學生由衷感謝。

論文撰寫過程中，若沒有奇美的尚峰和 Jimmy 大哥花費那麼多時間的幫助，這本論文將無法完成，誌無比的感謝。感謝研究所同學孟慧、采蘋、怡婷、香怡、嘉宜、秀惠、智詠、孟釗、耀駿、耀章、建仁、偉成、建樺、承憲、秉元、明安、冠名、甲申、彥倫、拓宇、昆霖，學長文健、易詩、定蓆、日新，謝謝你們的照顧，以及課業上的幫助與指導，尤其是敏華與維方的鼓勵和關懷，永遠銘記在心；以及學姊慧潔、佳紋、玉梅，學長乃文、偉哲、憲宏、富加、政威、元劭、志哲，欣怡、思妤、雯瑋、文助、易呈、承正、善界、昆諭、俊德、錦昌、佩青、立弘、俊吟、俐諭、淑詩、輝鵬、盈慈、祖棟、育仁、美婷、秋美、明峰、陳娟，謝謝大家平時的關心，希望大家都可以有自己的一片天地。謝謝大學時期的周榮昌老師、胡大瀛老師、溫傑華老師、徐耀賜老師，同學景如、萍樺、政倫、柏毅、如芳、秋評、炯男、永霖、思諺、芳婷、怡樺、正忠，社團的銘皇、啟明、小 bass，斯比亞的 P、十佳、小臻、小倩；以及待我如家人的劉爸爸、劉媽媽、怡萱、剛維，謝謝你們；還有可愛的俊翔、星宇、美吟、惠蓉、維芝、維倫、維婷、惠鈞；若沒有你們，就沒有現在的我。特別是剛伯，最體貼善良心胸寬大的人，願世界上的好事都發生於你。

最後，謹將本論文獻給我最親愛的爸爸媽媽和哥哥，謝謝你們的支持、包容與關懷，願你們永遠健康、平安、快樂，我愛你們。

陳 美 妤 謹誌
記于 台北交大 2006 冬

目錄

中文摘要	i
英文摘要	iii
誌謝.....	v
目錄.....	vi
表目錄	viii
圖目錄	ix
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究範圍.....	5
1.3.1 TFT-LCD 產業生產特性	5
1.3.2 我國國際航空貨運運輸特性.....	6
1.3.3 我國國際海運運輸特性.....	8
1.4 研究架構.....	8
1.5 研究內容與方法.....	12
1.6 研究流程.....	12
1.7 預期成果.....	14
1.7.1 整合策略模式.....	14
1.7.2 因應方案.....	14
第二章 文獻回顧	15
2.1 物流與供應鏈管理理論研究.....	17
2.2 產業研究.....	20
2.3 運輸成本求解.....	21
2.4 供應鏈求解.....	22
2.5 心得.....	23
第三章 LCD 面板產銷及運輸課題.....	24
3.1 廠區情況.....	24
3.2 業務部門.....	25
3.3 出貨流程.....	26
3.4 物流協力廠商.....	28
第四章 模式構建	36
4.1 問題界定.....	36
4.1.1 顧客需求.....	36

4.1.2 廠商製造—預估需求與實際需求之差異.....	37
4.1.3 運輸環節實務問題.....	38
4.2 模式基本假設.....	41
4.2.1 產業特色.....	41
4.2.2 模式架構.....	42
4.2.3 本週期製造量與起始存貨量.....	46
4.2.4 顧客需求量與交貨日期.....	47
4.2.5 模式假設彙總說明.....	49
4.3 模式說明.....	50
4.3.1 決策變數.....	51
4.3.2 相關參數.....	51
4.3.3 目標函數.....	53
4.3.4 限制式.....	53
第五章 模式應用-案例驗證與敏感度分析	57
5.1 案例概念說明.....	57
5.2 相關參數與限制.....	62
5.3 案例一(顧客最後實際需求量與預估之需求量相差 10%)	65
5.3.1 案例一之操作說明.....	65
5.3.2 案例一之結果.....	67
5.4 案例二(顧客最後實際需求量與預估之需求量相差 20%)	77
5.4.1 案例二之操作說明.....	77
5.4.2 案例二之結果.....	78
5.4.3 案例一與案例二之結果評析.....	82
5.5 案例三(我國往上海之直航班機).....	90
5.5.1 案例三之操作說明.....	90
5.5.2 案例三之結果.....	91
5.5.3 案例一與案例三之結果評析.....	93
5.6 案例四(以需求量平均值為輸入參數規劃一次，與案例一比較).....	95
5.6.1 案例四之操作說明.....	95
5.6.2 案例一與案例四之結果評析.....	96
第六章 結論與建議	98
6.1 結論.....	98
6.2 建議.....	99
參考文獻	103

表目錄

表 3.1	海運以及空運一般貨與快遞貨之比較.....	28
表 3.2	我國至案例目的地之航班彙整表.....	34
表 3.3	海運班次表.....	35
表 5.1	相關參數與估計值表.....	62
表 5.2	各顧客端每週總需求量之平均值與標準差－案例一.....	66
表 5.3	案例一之 1 至案例一之 10 之彙總表.....	70
表 5.4	案例一之總出貨量與總需求量比較表.....	73
表 5.5	各顧客端每週總需求量之平均值與標準差－案例二.....	77
表 5.6	案例二之 1 至案例二之 10 之彙總表.....	79
表 5.7	案例一與案例二平均每日生產量與不足存貨量之平均值比較.....	83
表 5.8	案例一與案例二對各顧客地區海運量之分配.....	89
表 5.9	案例三之 1 至案例三之 10 之彙總表.....	92
表 5.10	案例一與案例三之總製造量與不足存貨量以及總出貨量比較表.....	93
表 5.11	案例一與案例三之空運與海運單位運輸成本價差與海運量比較表.....	94
表 5.12	案例四與案例一之比較.....	97

圖目錄

圖 1.1	TFT-LCD 面板製造廠商生產流程與上游供應商示意圖	6
圖 1.2	空運流程簡圖.....	8
圖 1.3	TFT-LCD 面板製造廠商流程	9
圖 1.4	研究架構圖.....	11
圖 1.5	研究流程圖.....	13
圖 1.6	1960-2000 物流整合的進化	16
圖 1.7	訂單穿透點與生產活動示意圖.....	19
圖 3.1	出貨流程圖.....	27
圖 3.2	進口報關流程圖.....	31
圖 4.1	預估需求量與實際需求量差異.....	38
圖 4.2	出貨日之時間流程.....	40
圖 4.3	模式之週期說明.....	43
圖 4.4	模式架構圖.....	45
圖 4.5	本週期起始存貨量與本週期最後存貨量說明圖.....	47
圖 4.6	運輸量與需求量說明圖.....	48
圖 5.1	案例說明圖(第 0 天晚上).....	58
圖 5.2	案例說明圖(第 7 天晚上).....	58
圖 5.3	案例操作說明圖.....	61
圖 5.4	常態分配亂數產生器之數值操作說明.....	65
圖 5.5	二項分配亂數產生器之數值操作說明.....	67
圖 5.6	案例一之 1 與案例一之 3 之製造量與存貨量之比較圖.....	71
圖 5.7	案例一之 1 與案例一之 3 之出貨量與總需求量之比較圖.....	72
圖 5.8	案例一之 2 製造量與存貨量以及出貨量圖.....	74
圖 5.9	案例一之 3 香港地區之需求量、空運量與海運量圖.....	75
圖 5.10	案例一之 3 上海地區之需求量、空運量與海運量圖.....	76
圖 5.11	案例一之 3 曼谷地區之需求量、空運量與海運量圖.....	76
圖 5.12	案例二之 3 與案例二之 5 之製造量圖.....	80
圖 5.13	案例二之 3 之製造量與存貨量以及出貨量圖.....	81

圖 5.14	案例二之 5 之製造量與存貨量以及出貨量圖.....	81
圖 5.15	製造量與出貨量關係圖.....	82
圖 5.16	案例一與案例二製造量與需求量平均圖.....	83
圖 5.17	案例二製造量平均值與限制存貨量之製造量圖.....	84
圖 5.18	案例一之 3 與案例二之 3 香港需求量與海運量比較圖.....	85
圖 5.19	案例一之 3 與案例二之 3 香港需求量與空運量比較圖.....	86
圖 5.20	案例一之 3 與案例二之 3 上海需求量與海運量比較圖.....	86
圖 5.21	案例一之 3 與案例二之 3 上海需求量與空運量比較圖.....	87
圖 5.22	案例一之 3 與案例二之 3 曼谷需求量與海運量比較圖.....	87
圖 5.23	案例一之 3 與案例二之 3 曼谷需求量與空運量比較圖.....	88
圖 5.24	案例三我國往上海之班次假設說明.....	90

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

受國際貿易頻繁與物流管理概念之興起，製造業的供應鏈不再僅是原料取得、原物料儲存、生產製造、成品儲存、銷售配送等，而是製造商基於產品特性、快速反應市場、資金成本、核心技術、人力資源、運輸條件等因素考量，選擇設廠區位，切割生產製造排程，以發展最適合本身的生產策略。

中國大陸以其具備政府優渥的投資方案及勞力價廉的條件，吸引外商紛紛在沿海地區投資設廠，而使中國大陸有所謂的「世界工廠」之稱。我國製造業產業結構轉型為技術密集產業為主之後，對於中國大陸的投資金額亦逐漸攀升，民國 92 年經濟部核准台商赴中國大陸投資總金額達 76.9 億美元，較民國 91 年增加 14.5%，占我國海外投資總金額比重高達 65.9%。

我國、美國、日本、韓國等國家之三大高科技產業—半導體產業、光電產業、電腦周邊產業—已有許多廠商在中國大陸設廠，但這些廠商大部分是整合元件製造廠¹，即整合來自各國高科技產業前段製程的半成品，執行後段製程技術密集度低的工作，並且完成最終成品。而如此的整合元件製造廠其實亦漸漸普遍存在東南亞國家。

在高科技產業中，我國近幾年成長幅度最大的是光電產業中的顯示器產業²(曾淑華、林銘貴[8])，根據光電科技工業協進會 2003 年的統計，2003 年台灣十大光電產品與產值中，產值最高者為 TFT-LCD 面板，其產值高達八十三億七千七百萬美元，分析其生產特性，我國的 TFT-LCD 產業生產製程有明顯跨國分工的現象，亦即將前段製程的半成品工廠設在我國，以執行技術密集度高的彩色濾光片(Color Filter)製造，而後段製程的成品工廠則多設在中國大陸，執行技術密集度低的背光源(Back Light)與外殼組裝，以此現象 TFT-LCD 產業在半成品、成品之輸送，將對我國與中國大陸間之運輸服務產生相當高的需求。

¹ 整合元件製造廠(Integrated Device Manufacturer)在半導體產業中，從事後段裝配、測試、品管的工作，以滿足自有晶圓廠的產能。在 TFT-LCD 產業中，整合元件製造廠是負責後段模組組裝作業，將 TFT-LCD 面板與驅動 IC、印刷電路板連接，裝上背光源與固定框架即完成最終成品。

² 依循全球光電產業之分類，光電產業可分為四大領域：光資訊、顯示器、光通訊及光電元件。

雖然將貨物單純地由上游供應商運至製造商，抑或將貨物由製造商運送至下游通路商的運輸過程，並不會提升貨物的附加價值，但如能藉由運輸過程串連上中下游各項要素、妥善地搭配生產活動與運輸活動、進而降低生產活動與運輸活動之總成本與總時間，則將可創造巨大之附加價值。

Pankaj[5]曾提及地理距離依舊影響製造廠商的實體運輸活動，但僅有運輸活動能克服地理環境之限制，由此也可顯示運輸活動對製造業之重要性。2004年6月18日，美國運輸部長宣布未來六年內將提高與中國大陸的航空客運與貨運班次達五倍，由此推測中國大陸的運輸環境將產生巨幅的改變，而此一宣布亦顯示美國與中國大陸政府已洞察運輸活動對於製造業的重要性，相信便利、快速、有效率的運輸環境將使中國大陸如虎添翼。而我國政府為因應我國與中國大陸之運輸需求，針對於我國與中國大陸之間的「航空貨運便捷化措施之政策」³已進入草擬評估之階段，我國在中國大陸投資之製造商無不期盼此政策實施後對於時間上與成本上節省之助益。

製造業競爭力的提升不能單依賴航空貨物運輸的改善，在競爭激烈的全球市場以及複雜的製造分工流程，各產業需要的是可以滿足產業需求的整合性運輸服務，故運輸業者實有需要深入瞭解製造商的供應鏈作業細節，以提供最符合製造商需求的運輸服務(張家祝、賈凱傑[6])。

近年來，物流管理的新概念已將運輸納入生產流程中重要的一環，此一概念不僅點出製造產業對運輸服務的依賴，亦說明運輸服務也有可能影響製造產業，例如：運輸環境較為便利的地區即較有可能成為廠商最終選定之廠址，而運輸服務最後亦有可能影響廠商之生產時程安排。

目前現有之運輸業者、承攬業者、第三方物流業者⁴或第四方物流業者⁵，接

³ 參考行政院大陸委員會在民國九十二年九月十日提出之「航空貨運便捷化措施之政策說明」。

⁴ 當全球運籌進入供應鏈對供應鏈的競爭紀元，各企業大多策重在發揮一己核心優勢的領域，而傾向於把有關運輸、倉儲、報關甚至組裝、發貨等物流功能，外包給專業的物流服務提供者(LSP, Logistics Service Provider)。由於這些LSP公司是買賣供需以外的第三者，其提供的專業物流服務型態就被稱作第三方物流(Third Party Logistics, 3PL)。資料來源：經濟部商業司財團法人工業技術研究院<http://link.disc.com.tw/Common/Main.aspx>

⁵ 企業把其在全球供應鏈上有關物流、金流、商流、資訊流、的管理與技術服務，統籌外包給一個可以提供一站式整合服務(single-point-of-contact integrated service)提供者。這種多元整合的服務不是單獨一個3PL能力所及，必須結合一個或多個3PL與管理顧問及科技諮詢甚至金融服務等公司，而整合這個服務聯盟的主導者就是所謂的地四方物流(4PL)。資料來源：經濟部商業司財團法人工業技術研究院<http://link.disc.com.tw/Common/Main.aspx>

受製造廠商之委託將貨物安排最合適的運輸工具，準時有效率地送達目的地，表面上雖達成運輸之目的，但本質上仍只是單純點到點的仲介角色，並未充分將生產活動納入考慮。

綜合上述，本研究期望以整合者的角度，瞭解製造與運輸之流程，以及製造與運輸之於彼此最重要之影響因素，以設計出最適合製造者的運輸模式。

1.2 研究目的

我國於 1998 年起才有企業正式跨入大型 TFT-LCD 面板製造產業，雖然起步時間遠落後韓國與日本，但該產業的上游供應廠商已產生群聚效應，此效益亦可視為 TFT-LCD 產業垂直整合的結果，其中某些上游供應商幾乎能夠對 TFT-LCD 廠商做到 JIT⁶ 的服務。幾年前需進口的原物料，經過企業之間的合作與投資，上游供應商陸續在地理區位最接近 TFT-LCD 面板製造廠的鄰近地區設廠，以滿足 TFT-LCD 面板製造廠對於原物料日益增加的需求，而群聚效應即是為了降低運輸的不確定性，並避免運輸對於產業供應鏈的連貫性產生干擾、對生產流程造成影響而採取設廠的策略。

TFT-LCD 顯示器與筆記型電腦成為普羅大眾都可負擔消費之需求歷史仍相當短，最終市場之消費需求預測往往與實際消費者的消費情況不符；而 TFT-LCD 面板產業近幾年對新廠投資大筆資金，新生產線紛紛投入量產階段，造成面板需求增加的速度遠不及面板供給增加的快速；TFT-LCD 面板產業因此從最初的庫存式生產⁷(make-to-stock)轉變為接單組裝⁸(assemble-to-order)。各個 TFT-LCD 面板廠商與顧客以簽約的方式協議雙方之合作關係，顧客在每個月的月底會提供接下來三個月之需求預測值給 TFT-LCD 面板廠商，TFT-LCD 面板廠商需依據顧客提供之需求預測值並參考過去之需求歷史資料調整物料需求計畫與生產排程，一方面滿足顧客對面板的需求、另一方面須避免製造量多於需求量而造成多餘之庫存，但顧客往往在該月月中之後才能告知 TFT-LCD 面板廠商當月實際之需求量，該月實

⁶ JIT, Just In Time。上游供應商負責原物料的供給與存貨，當 TFT-LCD 廠商對供應廠商要求某時間某數量的貨物時，供應商必須準時在該時間將約定數量的原物料送至 TFT-LCD 廠商的工廠。

⁷ 廠商已完成最終成品，接到顧客訂單後，將最終成品裝運配送至顧客端。

⁸ 廠商接到顧客訂單後，將半成品組裝為最終成品，將最終成品裝運配送至顧客端。

際之需求量與上個月月底顧客之需求預測值總有所出入，造成廠商在該月月底需要以海運運送時卻訂不到艙位、僅能以較昂貴之空運運送。這現象顯示 TFT-LCD 面板廠商較重視生產規劃而較不重視後端物流之規劃，但在需求不確定且變化性大的情形下，製造方面能夠減少之成本相當有限，後端物流則仍有潛力降低成本，且有彈性因應運輸班次、製造及包裝作業的改變做出適當之調度。

目前 TFT-LCD 面板製造商雖已將跨國運輸事務的安排交由第三方物流業者統籌辦理，但運作模式仍將產業的生產作業與運輸服務獨立運作，如果第三方物流業者提供之運輸服務能滿足 TFT-LCD 面板製造廠商的運輸需求，同時也能夠提供與 TFT-LCD 面板製造廠商的生產流程互相搭配結合的運輸服務，而 TFT-LCD 面板製造商也能將運輸活動納入生產活動加以考量，並與下游市場的需求相互結合，則運輸過程必創造相當之附加價值，甚至可能成為主導製造業生產策略之主要因素。

本研究針對之運輸活動為在我國 TFT-LCD 面板製造廠生產之成品—TFT-LCD 面板—該成品對於下游顧客而言是半成品，對於最終消費者而言亦是無法使用、沒有價值之半成品，藉由空運或海運方式運送至下游顧客之所在地，下游顧客大部分集中在亞洲地區，包含(a)當地已有 TFT-LCD 顯示器企業體系且擁有 TFT-LCD 顯示器自有品牌之國家如：我國、韓國、日本，或(b)當地為其他相關產業自有品牌企業之國家如：美國、英國...等，以及(c)完全為他國企業在當地設置整合元件廠之國家如：中國大陸、泰國...等，案例分析將以需求量較大之顧客為主要分析對象。綜合上述，本研究之研究目的簡述如下：

1. 在廠商之運輸需求方面，瞭解 TFT-LCD 面板製造商的製造流程之特性與其中所需的運輸活動。
2. 在運輸供給方面，瞭解專業運輸業者可提供的服務之特性與限制，以及如何因應產業需求提供最適的運輸服務。
3. 構建 TFT-LCD 面板製造廠商與運輸服務之整合模式，該模式必須考量下游顧客之不同需求狀況，和運輸系統與運輸環境之變動。
4. 總結上述模式求解結果，得到不同需求與運輸狀況之各因應方案及其應用。

1.3 研究範圍

本研究之研究範圍主要包含(1)TFT-LCD 面板製造廠商產業特性及(2)國際運輸特性等兩大領域。

1.3.1 TFT-LCD 產業生產特性

目前 LCD 製造產業的 LCD 產品主要分為兩類(吳俊雄[3])：一至十點四吋中小尺寸 LCD、十點四吋以上大尺寸 TFT-LCD。由於我國近幾年液晶顯示器的生產值快速的成長與大型 TFT-LCD 的生產量有密不可分的關係，本研究主要討論之 TFT-LCD 製造廠商為製造大尺寸 TFT-LCD 之面板廠商。

TFT-LCD 面板製造廠商生產流程與上游供應商間的關係如圖 1.1 所示，其中上游產業包含液晶、玻璃基板、ITO 玻璃、光罩、偏光板、配向膜、導光板、背光源、驅動 IC 等關鍵零組件的製造。圖中灰色虛線內之範圍表示 TFT-LCD 製造廠商，灰色區塊則顯示 TFT-LCD 面板製造廠商之生產流程，其中包含：彩色濾光片製造、Array 設計與製造、背光源組裝、TAB 構裝、LCD 面板組裝、LCD 模組組裝、最終成品組裝。

彩色濾光片、Array 設計製造與 LCD 面板組裝屬於製造廠商的核心技術部份，目前此部分的生產流程均於我國本地之 TFT-LCD 面板製造廠完成，而 LCD 模組組裝為技術層次低且人力密集的程序，此部分的製程則是在下游顧客的成品工廠完成。因此，我國的面板製造廠藉由空運或海運將 LCD 面板運送至下游顧客的成品工廠完成最終成品的組裝及測試。

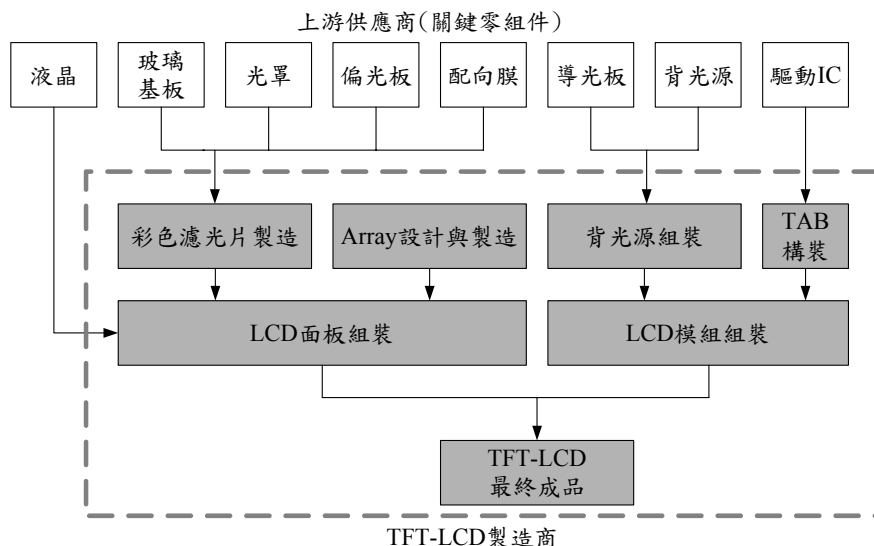


圖 1.1 TFT-LCD 面板製造廠商生產流程與上游供應商示意圖

資料來源：劉慶全[4]

我國的光電產業 TFT-LCD 面板製造商雖然經歷 2004 年第一、二季的市場需求不如預期、關鍵零組件玻璃基板全球缺貨與其他國家廠牌的削價競爭，但根據光電協進會(PIDA)的統計，我國 2004 年合計台灣大尺寸 TFT-LCD 面板出貨量為 5,650 萬片，為全球市場佔有率之四成，已能與韓國並駕齊驅。表面上我國 TFT-LCD 面板製造商看似正在進步，但事實上，光電產業正面臨生產流程的轉變，TFT-LCD 面板製造商的製造政策已由存貨式生產轉變成接單組裝，此一轉變亦需要運輸業者配合以使運輸活動更具備機動性。

1.3.2 我國國際航空貨運運輸特性

我國之地理位置為亞洲東部群島之樞紐，北銜日本、韓國與蘇聯，南接菲律賓、馬來西亞、新加坡與印尼，往東是關島、紐西蘭與澳洲，向西是中國大陸、越南與泰國，由此可見我國地理區位之特殊與發展為貨物運輸轉運中心之潛力。我國目前之國際航空貨運以運往亞洲為主，多是直飛班次，次者為北美，歐洲之運輸航點仍在擴展階段。由於地理區位之接近，我國至亞洲各航點約需數小時之運輸時間，譬如由高雄小港機場至最鄰近之香港機場需一個半小時的運輸時間。

機場之貨棧場有其進倉截止時間之限制[14]，空運貨物需要在該截止時間之前進倉，實務上貨主至少會在班機起飛前六個小時使空運貨物進倉，進倉後才能

向海關投單，並且至少在班機起飛前二至三個小時完成報關作業，起飛前三十分鐘貨棧作業人員會將貨物由貨棧拉出、陸續裝機。班機抵達顧客端機場後的清關時間，香港與澳門至少需要六個小時，中國大陸地區之一線機場(如上海浦東機場、深圳機場)約需十二個小時至二十四個小時，東歐國家至少需要二十四個小時，歐洲其他國家約需十二個小時至二十四個小時。

空運出口作業流程是貨物必須在起飛時間前六個小時進倉、起飛前二至三個小時完成報關作業，雖然空運運輸較海運運輸快速許多，但基於上述作業之時間限制，報關作業佔了整段運輸流程大部分之時間。圖 1.2 為空運流程的簡圖，上方圖例代表該班機在第一天晚上時間起飛，起飛後可能在第一天的晚上或第二天凌晨抵達目的地機場，但不論是第一天晚上或第二天凌晨抵達，若目的地機場非自由港⁹，在第一天晚上或第二天凌晨抵達之貨物則需至第二天早上海關上班時間開始清關作業；下方圖例代表在第一天完成進倉與報關作業，第二天早上或下午班機起飛，在第二天下午抵達之貨物由於清關作業耗費之時間、至第三天早上才會完成清關作業，若抵達時間為第二天晚上或第三天凌晨，需至第三天早上海關上班時間才開始清關作業。所以圖 1.2 是一個簡單圖例說明空運班機起飛時間、班機抵達時間、當地時間與清關處理時間影響貨主出貨與顧客提貨之流程；若班機非直航班機需在中途點地停或者轉換班機，則會增加整體之運輸時間，轉換班機耗費之時間會較不需轉換班機之時間長，譬如我國至上海航班中途在香港或澳門轉機單程需十二至十六小時運輸時間，若不需轉機之航班單程需五至六小時運輸時間，若以飛經香港或澳門但不停降之方式則單程需四小時之運輸時間。

⁹ 香港為自由港，全天二十四小時可以進行清關作業。

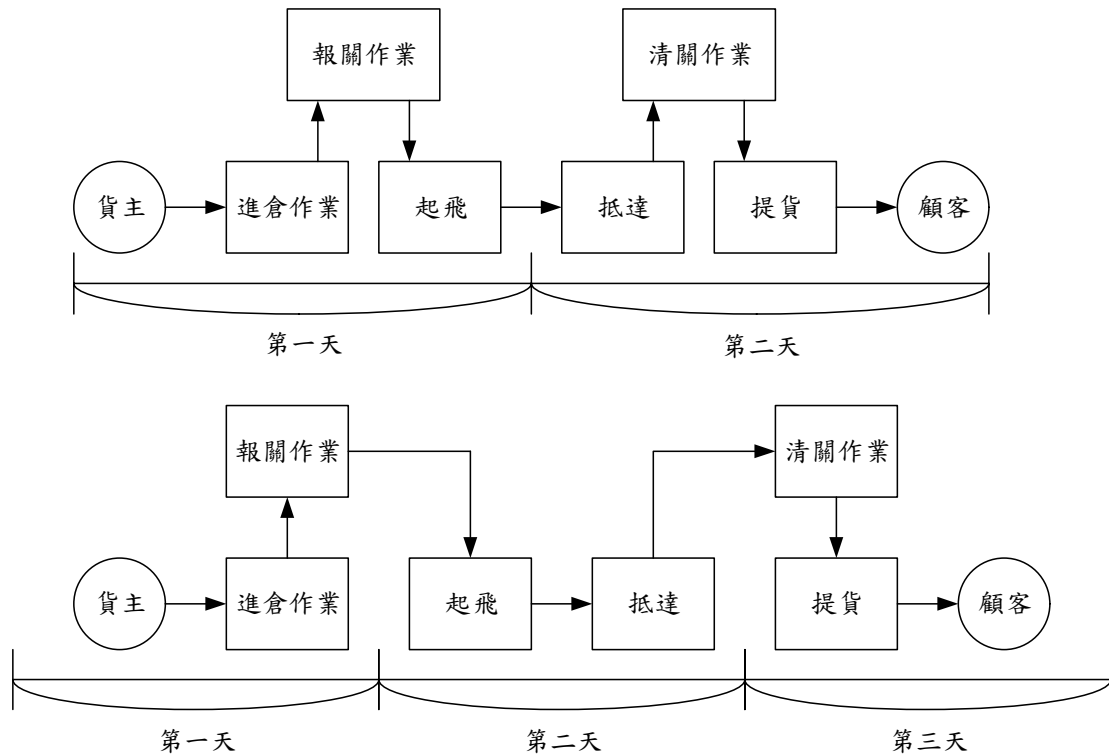


圖 1.2 空運流程簡圖

1.3.3 我國國際海運運輸特性

海運貨物有三個時間點對於貨主相當重要：進倉時間、結關時間、預定開船時間[13]。進倉時間為貨棧場開放給貨主進倉貨物之起始日期，起始之時間點與貨棧場規定開放之時間有關，通常進倉時間在預定開船時間前二至三天。結關時間為貨棧場開放給貨主進倉貨物之截止日期，截止之時間點通常為下午五點或五點半，結關時間通常為預定開船時間前一至二天，結關時間之後場棧業者會將貨物裝船。預定開船時間則是船隻之開船日期。各國之進倉時間、結關時間、預定開船時間規定皆不相同，譬如美國海運的結關時間早於預定開船時間一週。

1.4 研究架構

TFT-LCD 面板製造廠商與下游顧客，前者是 TFT-LCD 面板的供給者、後者是 TFT-LCD 面板的需求者。基於企業競爭力之考量，在面板產業削價競爭的同時，TFT-LCD 面板製造廠商必須盡可能的節省成本，對於上游的供應商無不要

求即時且準時的供給方式，以節省原物料之庫存成本，並且能夠維持生產線之製造運作。同樣的情形亦發生於 TFT-LCD 面板製造廠商與下游顧客之間，為提高整體作業效率必須對整體的物流策略做妥善規劃。

由於 TFT-LCD 產業的原物料供應商對 TFT-LCD 面板製造廠商以 JIT 方式供應原物料，代表原物料供應商可準時地將約定數量之原物料送至 TFT-LCD 面板製造廠，TFT-LCD 面板製造廠所需之原物料無匱乏之虞，因此上游原物料之供應不在本研究範圍內。

TFT-LCD 面板製造廠商於接獲訂單後(請參考圖 1.3)，生產部門會進行製造排程，生產線將依照製造排程生產面板，進出口部門則負責運輸之排程。而出貨時，以貨物不晚於交貨時間抵達顧客端為原則，若距離交貨日期有充足之運輸時間則以海運運送，即選擇海運運送，若否，則以空運運送；僅有極少部分之顧客基於海運運輸時間太長，並且貨運數量不多等因素，會主動要求廠商以空運運送產品，本研究則不考量此類要求以空運運送之顧客。

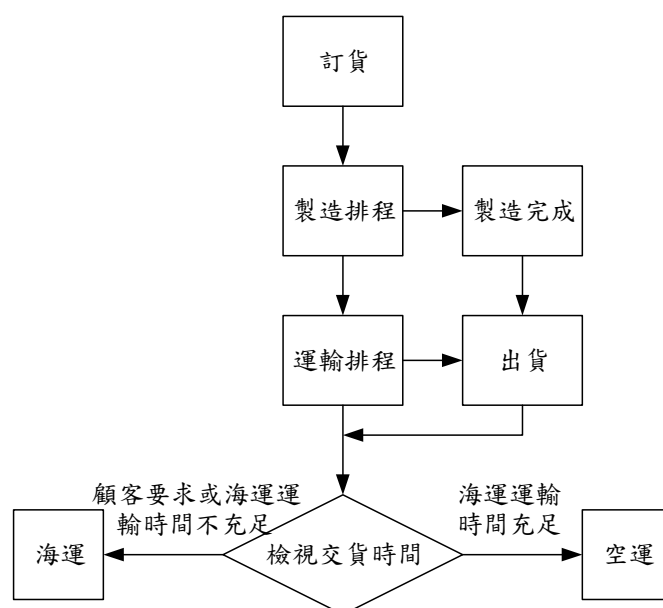


圖 1.3 TFT-LCD 面板製造廠商流程

本研究以供應鏈整合之角度，做整合性的物流規劃(請參考圖 1.4)，整合性物流規劃包含三個重要因子：顧客需求與變動特性、運輸排程與製造排程。本研究依據實務界之做法於月底彙整顧客訂單，彙整顧客訂單後可得到顧客需求之概貌，而隨著每一週顧客需求量更新，可進一步得到顧客變動之特性；每獲得一次顧客之訂單資料即做一次整合性物流規劃，整合性物流規劃內容包含製造排程

與運輸排程，這次規劃之結果將影響下一次之規劃。

顧客訂單包含兩個重要的資訊，一是需求量(面板數量)，需求量將決定出貨的數量，間接決定製造排程之製造量和庫存數量；二是交貨時間(due day 或 request date)，交貨時間將影響出貨時間，進而影響製造排程之完成製造量的時間。由於每日之生產量有限，通常顧客需求量愈大，生產線為滿足該需求量所需之時間則愈長；每一日之製造量，是為出貨而製造，亦為未來所需之庫存而製造，當日製造之產品可能當日出貨，亦可能儲存一段時間再出貨，而 TFT-LCD 廠商主要關心的是當日需要製造之產品數量以及出貨之產品數量，因此本研究最終結果將呈現每日之產品製造量與出貨量。

圖 1.4 時間項之部分，本研究以藉由顧客之交貨時間與海運運輸時間(顧客的所在地距離愈遠其相對之海運運輸時間愈長)往前推算之方式，求得 TFT-LCD 廠商應出貨之時間，而 TFT-LCD 廠商應出貨之時間即是進倉時間。若欲以海運運輸，出貨日期即等同該海運航班之結關日期(結關日期早開船時間一天)；若欲以空運運輸，出貨日期即等同該空運航班之起飛日期(詳請參考第 4.2.5 模式假設彙總說明)；求得對應不同顧客之出貨數量與出貨日期即是本研究欲求得之運輸排程。

對 TFT-LCD 面板廠商而言，運輸排程亦包含艙位之預定，由於運輸班次與容量有限，所以有艙位預訂之機制，但顧客需求量頻頻更動，預訂之艙位可能少於或者多於實際需要之艙位，若能夠掌握顧客需求量之變動，艙位預訂將更接近最後實際所需。另由於運輸排程與製造排程需相輔相成，製造排程於出貨日期包裝需出貨之產品數量，運輸排程則決定貨物以空運運輸或以海運運輸，因此本研究將於第四章構建運輸排程與製造排程之模式。

圖 1.4 中，分為時間項、物流規劃及成本項，其中時間項係以顧客指定之交貨時間、海運運輸時間與空運運輸時間為影響整體物流規劃之主要因素；而成本項則包含面板之製造成本、庫存成本；至於成本項中未列出空運與海運之運輸成本不代表廠商不考慮運輸成本之影響，而是於求解成本最小化之數學規劃模式中，必定會傾向運輸成本較低之方式(例如海運運輸)，因此影響廠商選擇空運或海運之主因仍為交貨時間是否過於緊迫。

TFT-LCD 面板製造廠商製造與包裝 TFT-LCD 面板後，將該批面板運出工

廠。面板出廠後之程序與活動將由運輸業者執行，活動包含半成品至航站或港埠之陸運運輸、貨物進倉(貨棧場)、報關流程、放行通關、貨物進艙(機艙或船艙)、運具之啟程準備，而以上活動之費用將包含於 TFT-LCD 面板運輸成本。

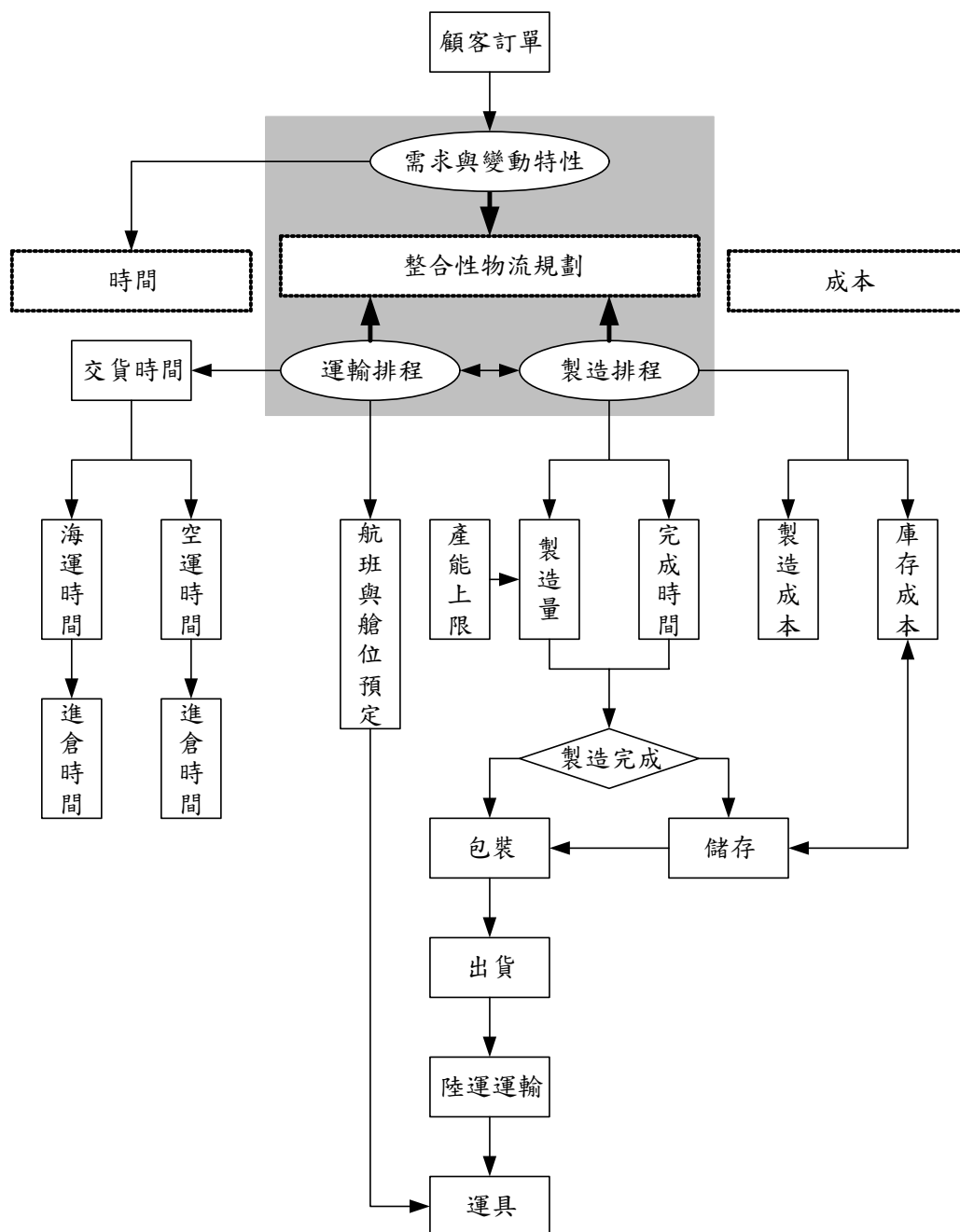


圖 1.4 研究架構圖

1.5 研究內容與方法

本研究所討論之 TFT-LCD 面板製造廠商，係指成品為 TFT-LCD 面板之廠商，TFT-LCD 面板製造廠商的下游顧客包括：TFT-LCD 顯示器廠商或筆記型電腦製造商，TFT-LCD 面板對於下游顧客而言是半成品。本研究所討論之運輸業者，係指有能力提供跨國空運或海運與及戶陸上運輸之運輸業者。

本研究分析目前 TFT-LCD 面板製造廠商之物流流程，針對 TFT-LCD 面板廠商往往等待顧客最後確定訂單出現才進行運送之流程做修正，以顧客於月底提供之約略訂單資訊做整體物流之策略規劃，包含製造規劃與運輸規劃，排程方面以最保險之作業耗費時間倒推方式做規劃，以保留實際作業層面之彈性與調度之可能性。本研究將利用數學規劃，發展一個物流整合模式，以分析在不同顧客交貨時間型態、週期性、需求量情形下，TFT-LCD 面板製造廠商應該如何以既有之存貨、製造排程因應，並且觀察運輸環境之變動對於廠商造成的影響，以維持整體作業之效率，最後於第五章案例分析時以 LINGO8.0 軟體求解問題。

模式中之已知參數將參考民航局、港務局、承攬業者、物流業者與 TFT-LCD 面板製造廠商提供之資料，構建之模式結果策略可作為 TFT-LCD 面板廠商之決策參考，並且以案例分析以觀察變數與變數、參數與變數間之相互影響關係。

1.6 研究流程

研究流程如圖 1.5 所示。首先為確定研究主題，以詳細探討問題之本質與背景，待釐清研究方向後，即確定研究內容與範圍，以及研究之限制。其次，對相關文獻進行回顧分析，以瞭解相關文獻之研究發現，並經由現有的產業總體環境資料與廠商訪談等方式探討產業製造流程與運輸作業，以分析運輸需求面與運輸供給面之供需狀況與關聯性，以及製造業的供應鏈流程，更進一步地將該流程有程序地系統化，明瞭製造流程與運輸流程，擬定模式之架構與重要之參變數，以供應鏈管理的整合概念，用時間與成本函數建立 TFT-LCD 面板製造廠商整體策略數學規劃模式，提升廠商整體效率與全面性之最佳規劃，同時進行案例分析以測試本研究之實用性與可行性。最後提出本研究之結論與建議。

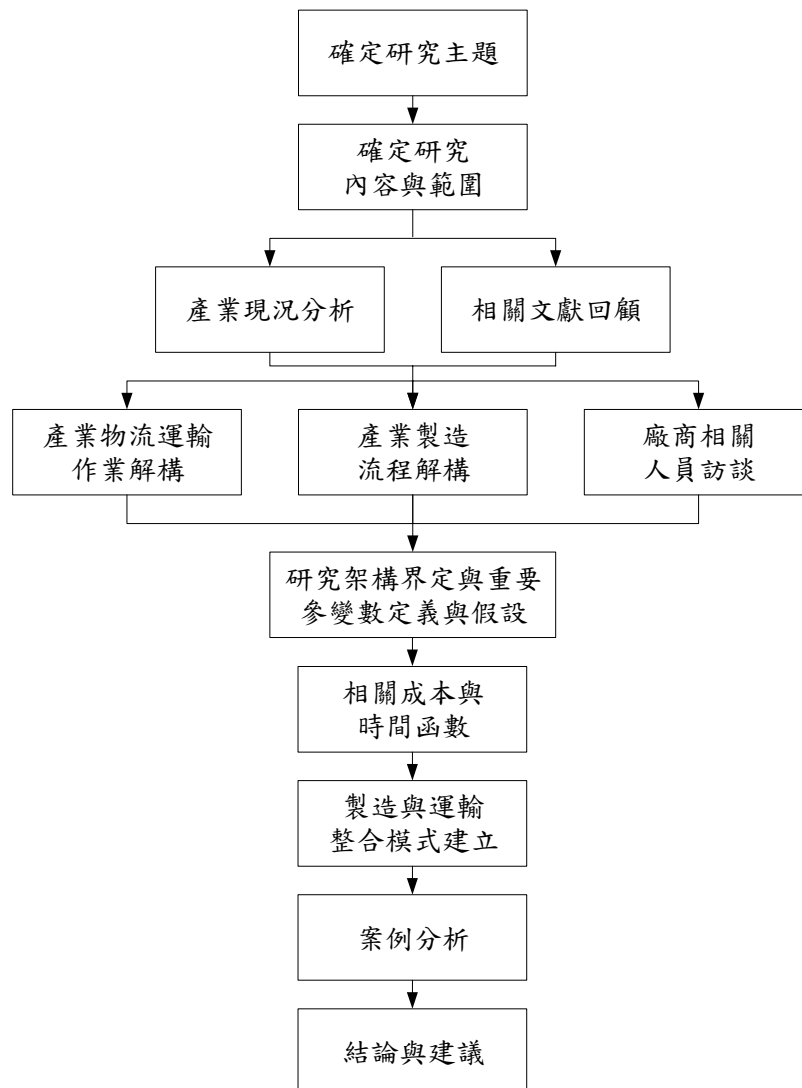


圖 1.5 研究流程圖

1.7 預期成果

本研究之預期成果可分為兩大部分，包含整合 TFT-LCD 面板製造廠商之整合模式，以及整合模式敏感度分析後，對於不同需求與供給資源的因應方案，可供決策者參考。

1.7.1 整合策略模式

本研究是以整合者的角度，規劃中短期之運輸策略。除了滿足顧客需求，亦需反應運輸供給環境之改變，以及跨國運輸中報關通關、貨棧等細節作業，以達到供應鏈管理的整合目的與提高整體效率，進而求得模式之最佳解。

因此該模式須考量製造與存貨成本、產能與庫存之限制、顧客交貨時間型態與需求量、運輸班次及其限制、運輸成本與時間等。

1.7.2 因應方案

對於成本、資源上限等已知參數將參考實務界之真實狀況，本研究將對顧客方面的需求量、不同需求型態，製造方面存貨與製造排程，運輸方面運輸供給變異等多種狀況，做敏感度分析，比較不同情況之結果差異，探討模式裡變數彼此之影響關係，做為決策者之參考。

第二章 文獻回顧

本研究以整合供應鏈之角度規劃製造產業之製造策略與運輸業者之運輸策略，因此本章將回顧供應鏈之基礎概念－物流管理，與供應鏈管理之意義，以及運籌管理最佳化之相關文獻。

1. 物流至全球運籌管理的演變

物流(logistics)興起於二次大戰時期，物流為統合軍事人員、物資之運輸補給、儲存與維修之計畫；戰後，物流轉移至民間企業，著重儲、運、配銷等作業功能。

六〇年代，物流功能零散。Peter Drucker 曾在 1962 年表示，物流是經濟疆域的黑色大陸，代表物流對企業的貢獻潛力但仍待開發。當時，需求預測(demand forecasting)、採購(purchasing)、需求計畫(requirements planning)、生產計畫(production planning)、製造存貨(manufacturing inventory)、存貨(inventory)、配送計畫(distribution planning)、訂購流程(order processing)、運輸(transportation)、顧客服務(customer service)，等企業功能已逐漸被重視，但都在企業的各隸屬部門中獨自運作；1963 年，美國物流管理協會(National Council of Physical Distribution Management)成立。

七〇年代，企業開始重視物流系統的整合，並且將物流視為競爭力的來源之一。八〇年代，企業講求競爭優勢與策略，運籌管理由作業層次提升至策略層次，美國物流管理協會改組為運籌管理協會(Council of Logistics Management)。

九〇年代，由於全球市場供應鏈之間的競爭，供應鏈管理 (supply chain management)的概念因此而生。此時的供應鏈管理強調跨企業的合作與聯盟，合併網路與企業電子化等資訊技術(information technology) 的進步，淋漓盡致地發揮供應鏈管理的價值。2000 年之後，經濟貿易活動全球化與國際化的發展，全球運籌管理(global logistics management)以世界為競爭平台的觀點提升了供應鏈的競爭力。

2. 供應鏈管理的定義

「為終極顧客創造價值的各種流程與活動，貫穿連接上下游不同企業組織形成的網路。」供應鏈管理是由物流運籌管理(Business Logistics Management)延伸而來的。現在已不區分物流運籌管理與供應鏈管理。

Chopra and Meindl[17]對供應鏈的定義為：供應鏈管理涉及一個供應鏈對其各階段兩兩之間與跨階段間各種流動的管理，以追求其最大的獲利。圖 1.6 說明六〇年代至今物流的進化與整合。

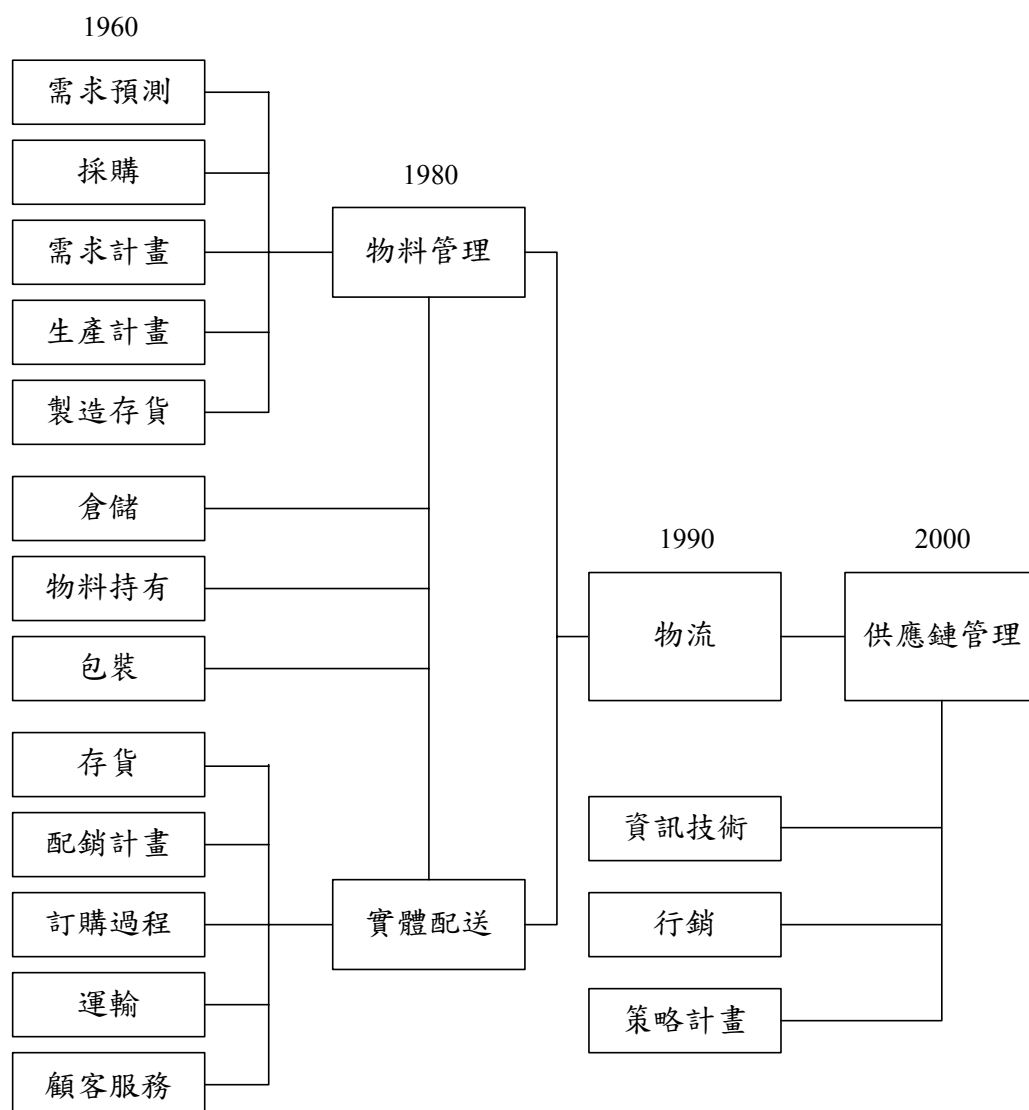


圖 1.6 1960-2000 物流整合的進化
資料來源：Markus& Jean-Paul[21]

2.1 物流與供應鏈管理理論研究

Ricardo 與 Bardia Kamrad[25]探討製造業的三個程序（製造、組合、包裝）入廠物流(inbound logistics)的標準化與出廠物流(outbound logistics)的延遲程度，並以入廠標準化（inbound modularization）與出廠延遲（outbound postponement）為兩個向度，依照其高低程度劃分製造程序為四種形式：傳統（rigid）、標準化（modularized）、延遲（postponement）、彈性（flexible）。低出向延遲為適合大眾化的產品市場（make-to-stock），高出向延遲為客製化的產品市場（make-to-order）。作者認為探討各家公司適合的製造形式，必須考量成本與服務水準的交互損益，提高入向標準化的程度將降低固定成本、增加變動成本，提高出向延遲的水準將增加固定成本、減少變動成本。作者假設情境，以明確數字代入，求得傳統形式以最高成本提供最高的服務水準，彈性形式以最低成本提供最低的服務水準。作者認為後續研究應深入探討不同產品不同市場的產品生命週期、需求變動。

James Aitken[18]等人以產品之生命週期對應之市場需求，歸類出四種供應鏈生產方式，以一家英國照明公司為企業流程改造案例，改造後，其中三種供應鏈降低該公司之成本，這三種分別為M.R.P.¹⁰、Kanban、Packing Center，第一種供應鏈在廠內有原物料的庫存，在顧客下訂單後，開始執行一連串製造、組裝等完成成品之程序，最後將成品運送給顧客；第二種供應鏈在獲得原物料後即立刻執行一連串製造、組裝之工作，完成之成品將庫存在廠內，直到顧客下訂單，再將成品運送給顧客；第三種供應鏈在取得原物料後立即展開製造半成品之工作，將生產之多款式半成品庫存在廠內，待顧客下訂單，再將半成品做最後組裝，再運送給顧客。以上三種策略間之最大差別為存貨成本之不同，亦需搭配市場需求調查與齊全的銷售歷史資料之紀錄及統計。但該篇研究並沒有表示降低的成本為何種成本，亦無表示降低的成本金額，或相關的利潤與市場佔有率是否增加；另一種供應鏈則使該公司成本增加，但文章中並無說明保持此類供應鏈之理由，相信其應與產品市場特性有關，若此概念可用於其他的製造業，將對製造業的供應鏈管理有相當的助益。

繼入向物流與出向物流的標準化與延遲後，是推拉(push-pull)觀點的產生。

¹⁰ M.R.P.，Material Requirement Planning，物料需求資源管理。

訂單穿透點即為製造廠商接到訂單的時間點，該時間點因各產業之不同會發生於不同之生產流程，生產流程指的是設計、製造、最終組裝、裝運。Jan[19]探討供應鏈中的訂單穿透點（order penetration point），在訂單穿透點之前的生產流程稱為「推」，之後的稱為「拉」。在供應鏈的推拉流程中，訂單穿透點受三者影響：市場、產品、製程。這三者將影響遞送前置時間（delivery lead time）與製造前置時間（production lead time），遞送前置時間與製造前置時間將影響訂單穿透點在供應鏈中的位置，進而決定廠商流程的先為（speculation）與延遲（postponement）。作者將 P/D ratio（production to delivery lead time ratio）與 RDV（relative demand volatility）作為兩度座標向量，劃分出四個區塊，以建議廠商的流程策略應為 MTO（make-to-order）、ATO（assemble-to-order）或 MTS（make-to-stock）。

以供應鏈管理的角度而論，產業的訂單穿透點將影響整體製造策略 (Jan[19])。圖 1.7 是說明產品策略的不同會影響訂單穿透點與生產活動的關係。主要有四種產品策略：(1)存貨式生產通常應用於日常生活用品或標準化的產品，如：罐裝飲料，製造廠商已完成最終成品，待顧客下訂單即將所需數量之產品在約定時間運送至顧客端。(2)訂單組裝則應用於較為複雜之產品但最終顧客對產品需求統一，如：電腦、TFT-LCD，製造廠商已完成關鍵零組件，顧客下訂單後即進行最終產品的組裝、而後裝運。(3)訂單生產為製造廠商已有設計圖，待顧客下單後再開始製造，這類的廠商如造船公司。(4)訂單製造則是待顧客向製造廠商下單後，製造廠商再開始設計、製造。

產品策略	設計 製造 最終組裝 裝運	產品舉例
存貨式生產 make-to-stock	-----> opp ----->	罐裝飲料
訂單組裝 assemble-to-order	-----> opp ----->	TFT-LCD 面板
訂單生產 make-to-order	-----> opp ----->	油輪
訂單製造 engineer-to-order	opp ----->	煉油廠

-----> 未接到訂單的生產活動 -----> 接到訂單的生產活動

opp (Order Penetration Point) 訂單穿透點

圖 1.7 訂單穿透點與生產活動示意圖

資料來源：Jan Olhager[19]

過去的觀念認為運輸為衍生需求，Markus& Jean-Paul[21]認為運輸為實體配送(physical distribution)與物料管理(materials management)的整合需求。實體配送被視為存貨、配送計畫、訂貨、運輸、顧客服務的統合；物料管理則是需求預測、採購、需求計畫、生產計畫、製造存貨的整合。並且建議未來的研究應注意實體流與資訊流的互動關係，以及運輸與生產製程的銜接關係，但該文獻並沒有指出該如何銜接運輸層面與製造層面。

S. Dowlatshahi[26]以物流工程、製造物流、包裝設計、運輸設計四個構面討論物流設計。在運輸設計的部分，作者認為應考慮實體的特性(如：長、寬、高、重心)、動力的限制(如：加速度)、環境特性(如：溼度、壓力)、危險性(如：輻射、爆炸)，運輸、處理、存貨成本，運具選擇等；平均運輸時間與運輸時間變異性是設計運輸性的最重要兩個因素。

2.2 產業研究

Warnock 與 Kathleen[28]以全球行銷的觀點討論高科技產品的產業生態。作者認為高科技產品的產業生態愈來愈複雜，應專注於產品的本身特性與國際性策略聯盟與夥伴關係，以達到最佳的行銷策略，使企業永續經營。該文獻指出的策略聯盟與夥伴關係皆是該供應鏈中的產業製造商，而本研究將擴大夥伴關係之界線，將運輸業者視為製造業不可或缺之重要夥伴。

Ulla[27]指出近十年來製造商的上游供應商的环境改變，傾向長期、委託的供需關係。供應商對於製造商如同網路組織，製造商上游有第一階層供應商，第一階層供應商上游有第二階層供應商…以此類推。而目前瞬息萬變的市場將迫使這些中小型公司加強購買與物料管理，以達到與顧客製造商合作無間的契約關係。

國內對於 TFT-LCD 的產業研究非常多，但多以討論廠商的營運策略為主。蔣漢旗[10]以 TFT-LCD 產業競爭最激烈的兩個國家—我國與韓國作策略定位、競爭策略、核心能力、關鍵支持因素等全盤的分析與對照。作者提出下列幾點結論與建議：由於該產業具規模經濟的特性，而為避免惡性競爭，建議我國廠商合

併為兩家；大尺寸的產品利潤較高，我國業者應積極開發大尺寸產品的生產技術與生產量；對於韓國業者之競爭策略，我國業者必須更努力地爭取國際品牌大廠的訂單；我國上游零組件產業自製率較韓國略遜一籌，唯有提升上游零組件自製率才能降低成本；該產業強調核心技術，而我國業者普遍以技術轉移方式快速投入市場，在產能競爭的同時，亦應加強研發創新能力；台灣業者在資金與技術專利方面皆不如韓國業者，應強化與日本、中國大陸的合作關係，強化供應鏈整體結構以提升優勢。

2.3 運輸成本求解

運輸成本的求解通常以路徑或時間最短、成本最小或利潤最大化為目標。Masatoshi, Ichiro 與 Yoshio[22]以三個方法探討某真實案例的製造成本與運輸成本。實例為滿足五個銷售地區的製造廠商與銷售部門、三種產品的運輸與製造問題。作者先是以整數規劃法求解最小化成本問題；接著考慮工廠產能與市場需求的不確定性，以模糊整數規劃法求解最小化成本問題；最後納入不同地區不同產品的銷售價格，以合作賽局理論（cooperation game theory），得到各個工廠的指派比重，求解最小製造成本與運輸成本，以及總利潤。該篇的運輸成本非以距離計算而是以卡車的容量計算，顯示該運輸車隊為該製造廠商經營之自有車隊。

Antti[15]以兩個主要的因素討論顧客服務：運輸時間與服務水準。該研究以混合整數規劃求算廠商製造量與區位，以傳統路徑規劃求算顧客願意支付的價格下成本最小之路徑，整合兩者結果求算運輸時間與服務水準。案例公司之路網由上游至下游為：四個半成品工廠與七個最終成品工廠，經由二十個港口運送至二十個迄點港口，再由二十個倉庫運送至三十五個市場端。求算出運輸時間與額外成本後，需考慮的兩項議題是：如何的運輸時間與額外成本會是顧客願意給付的，以及銷售量是否因為運輸時間縮短而增加。作者以售價與運量分別含括上述議題之額外成本與銷售量，以交互損益的觀點探討兩者關係，其結果可供廠商決策者參考。

2.4 供應鏈求解

過去對於供應鏈的研究多將備料、製造、存貨、配送階段，拆解為個別的系統，Morris 與 Hau[23]則令以上四個系統為階段性影響的子系統，以物料反應時間、製造前置時間、最終產品前置時間由上游至下游串連四個子系統，而最終產品需求將由下游反應至上游的製造量。此套系統的優點即是在控制服務水準及績效的狀況，觀察四個子系統的成本變化。在控制最終產品存貨服務水準的情況下，服務水準提高，備料與製造子系統之成本幾乎沒有改變，存貨成本提高、配送成本降低，由於配送路網的補充前置時間縮短，最後的總成本是降低的。作者認為，整體而言，關鍵的兩項階段為製造階段與配送階段，並且擬定不同顧客服務水準與最終產品存貨服務水準的策略；當最終產品存貨服務水準固定時，顧客服務水準提升造成配送成本之增加，製造成本不變；當顧客服務水準固定時，最終產品存貨服務水準的提升造成製造成本的增加與配送成本的減少。因此，相較於改善顧客服務水準，改善最終產品存貨服務水準帶來的效益會是最佳的。

Morris 與 Sanqwon[24]由供應鏈路網上游至下游為供應商、半成品工廠、最終產品組裝廠、配銷中心、顧客端，以 PILOT 最佳化成本模式求解成本與工廠區位設施的開放與否，並且證實運輸成本對於公司的重要性，而入向運輸、廠間運輸、出向運輸的交互作用將影響公司整體供應鏈之路網結構、工廠使用率、公司的製造策略。但本文並未深入探討存貨問題。

Bruce, Gerald, Terry 與 Linda[16]以 Digital Equipment Corporation 公司為實例，建構一個全球供應鏈模式（Global Supply Chain Model, GSCM）。在考量各國、設備、製程中，不同世代的產品製造、存貨、運輸的各階段，輸入物料清單(Global bill of material, GBOM)，求得結果包括：產品與製造工廠的指派、配送中心的選擇、顧客指派等。作者表示，在全球供應鏈模式(GSCM)的模式中，每一條限制式皆為有彈性的。但本文未指出實際求解過程，使後續研究應用極為困難。

賈凱傑[7]以不同於其他供應鏈求解之方式，納入跨國運輸型態之考量(海陸聯運與空陸聯運兩種選擇)以及供應鏈成本與時間之權衡因子。文中的模式結果證實當權衡因子愈小，市場對於服務水準要求愈高，倉儲中心將逐漸靠近市場

處，製造工廠亦傾向建造於成本絕對低廉或靠近市場的地方，對於運輸速度較快的運輸方式需求比重亦大幅增加。

2.5 心得

在回顧相關文獻後，供應鏈求解的研究已能夠深入考慮至每一個運作系統，並將相關的運作系統區分為：原物料階段、半成品階段、最終成品階段，進一步討論系統之間交互影響的關係，但對於各階段物品存貨量與需求量關係著墨較少，對製造階段與運輸階段之互動亦缺乏充分之介紹，短期時間內顧客訂單變化與需求量改變亦較少作者探討探討。本研究期望整合製造層面與運輸層面建構模式，解決 TFT-LCD 廠商面對顧客訂單調整的問題，並且求出實用之決策策略。

第三章 LCD 面板產銷及運輸課題

本章節將探討 TFT-LCD 面板製造廠商廠區情況、業務部門與顧客如何協調雙方之供給需求、TFT-LCD 面板製造廠商出貨流程以及 TFT-LCD 與物流協力廠商之合作關係。

3.1 廠區情況

本研究之研究對象—TFT-LCD 面板製造廠—有數個不同世代之面板廠與一個組裝廠，面板廠從事玻璃基板切割、陣列光罩(array)製造、薄膜電晶體(TFT)刻蝕、彩色濾光片(color filter)製造、液晶胞(cell)組合，此段製程時間非常長，不同尺寸之面板所需耗費之時間不同，相當關鍵之製程—液晶胞組合—視使用機台不同花費時間亦不同，所有製程大約介於 255 小時至 290 小時，組裝廠則包括面板生產線及後段製程之組裝線，為從事後段技術密集度較低之製程，可為不同尺寸之面板 (panel)做組裝線設備之調整。

面板廠與組裝廠各有其生產線與倉庫，亦可儲存原物料、半成品、成品，各廠之原物料與半成品為互相流通的，但工廠流通之原物料與半成品由倉庫取出後會直接送至生產線暫存區、準備投入生產線。由於生產線重新啟動之成本非常高，因此全天 24 小時都是運作狀態，為配合報關作業與出貨作業、通常早上排程生產量較高、晚上排程生產量較低，目前 17 吋面板生產線一個月平均可生產 40 萬片至 60 萬片，產能滿載的情況下約可生產 70 萬片至 80 萬片。

生產線製造完成之半成品或成品下一步驟為包裝，將半成品或成品放入紙箱中的緩衝條的動作為人工完成，其他將紙箱封箱與堆疊紙箱、覆膜、綁帶、捆裝之過程皆由機器完成，包裝完成之貨物就送進倉庫。大約不到一成比例的顧客會要求不同的包裝格式，或使用標準不同之棧板，若包裝完成後之長寬高或重量超過倉庫儲位之上限，就須將該顧客之貨物存放於貨物暫置區，貨物暫置區是規劃於樓地板之平面存放區。由於該類顧客比列極小，為簡化模式，本研究之模式將不考慮顧客要求不同包裝規格之情況。

出貨時須將貨物由倉庫取出，送上卡車或貨車，由於政府政策之緣故，該公司出口之產品皆為保稅品，因此由工廠至港口或機場之陸運皆是由保稅車完成，

保稅車分貨櫃與卡車，貨櫃型保稅車可放 26 個 17 吋面板使用的棧板，卡車型保稅車則可放 14 至 16 個棧板。保稅車為 TFT-LCD 面板廠商向運輸業者長期租用。

3.2 業務部門

業務部門是公司與顧客之重要溝通橋樑，在顧客要求需求量的同時、業務部門的人員必須使顧客瞭解工廠存貨與生產線之情形，以協調適當的訂單數量與交貨日期。一般而言，顧客會告知 TFT-LCD 面板製造廠商未來三個月之需求量，這些需求量是顧客的預測值，供 TFT-LCD 面板製造廠商瞭解顧客之需求狀況。與未來第二個月與第三個月的需求預測值比較之下，通常顧客未來一個月的需求預測值會比較接近實際的需求量，但該月實際之需求量仍然會增加或減少，顧客可能每一週都會改變需求量。

TFT-LCD 面板製造廠商亦有顧客需求之預測系統，此套系統會對顧客目前之訂單狀況做需求量增加或訂單取消的預測，但預測和實際情形往往有很大的出入，因此 TFT-LCD 面板產業不是供給過剩(供給大於需求)、就是供給短缺(需求大於供給)。在供給過剩時，顧客可能會選擇一個月運送一次需求量；供給短缺時，TFT-LCD 面板製造廠商必須適當的將貨物分配給顧客，需求量有必要分批運送。

TFT-LCD 面板製造廠商的高階主管在供給短缺的情形，會在上一個月的最後一週將下一個月的供給量分配給每一個顧客，業務部門所要做的就是盡可能的提早得到顧客的訂單；在當月的第一週，業務部門必須彙整所有顧客的訂單，若有顧客還沒有下訂單，則原本高階主管分配給這位顧客的供給量就會被重新分配給其他顧客；在這個月接下來的第二週至第四周，顧客訂單的需求量不能夠繼續增加，但通常顧客在供給短缺時會增加需求量，而基於 TFT-LCD 面板製造廠商公司經營策略的權衡考量與顧客合作關係之維持，實際的供給量最後常常會給出價最高的顧客或對於 TFT-LCD 面板製造廠商而言重要性最大的顧客。這不代表 TFT-LCD 面板製造廠商對於顧客的供給分配是黑箱作業，而代表在面板短缺的情況會使顧客對面板的出價一天高於一天，顧客持續增加需求量的情形也迫使 TFT-LCD 面板製造廠商沒有辦法早一點交貨，交貨的時間則亦是由業務部門與

顧客協調達到彼此最理想的協定。

整體而言，在供給過剩時，顧客傾向減少訂單數量甚至取消所有訂單；在需求短缺時，顧客傾向增加訂單數量或追加訂單。

3.3 出貨流程

在業務部門彙整訂單後，將需求量資料交給產品規劃(product planning)部門做生產排程的規劃，產品規劃部門將按照規劃結果告知物料管理部門備料的數量，並且交由製造部門的產品控制(product control)課安排產品數量，產品控制課會將工單發給製造部門的生產人員，生產人員依照工單生產。

製造完成的產品，業務部門會發一張運送通知(shipping notice)，進出口部門會依照運送通知的訂單日期與出貨品項與數量聯絡承攬業者、陸運業者與報關行；承攬業者即向航空公司或船公司訂艙位，並且從空櫃貨櫃倉庫調出所需數量之貨櫃；陸運業者則派車待命，裝貨之後便將貨物運至機場或港口之貨棧場；報關行則依照進出口部門準備的報單、發票提單、裝貨清單向海關投單。圖 3.1 為 TFT-LCD 面板製造廠商出貨流程圖，虛線箭頭代表資訊流，實線箭頭代表實體流，虛線方框內代表 TFT-LCD 面板製造廠商內部作業部門，虛線方框外代表顧客、海關與物流合作廠商。

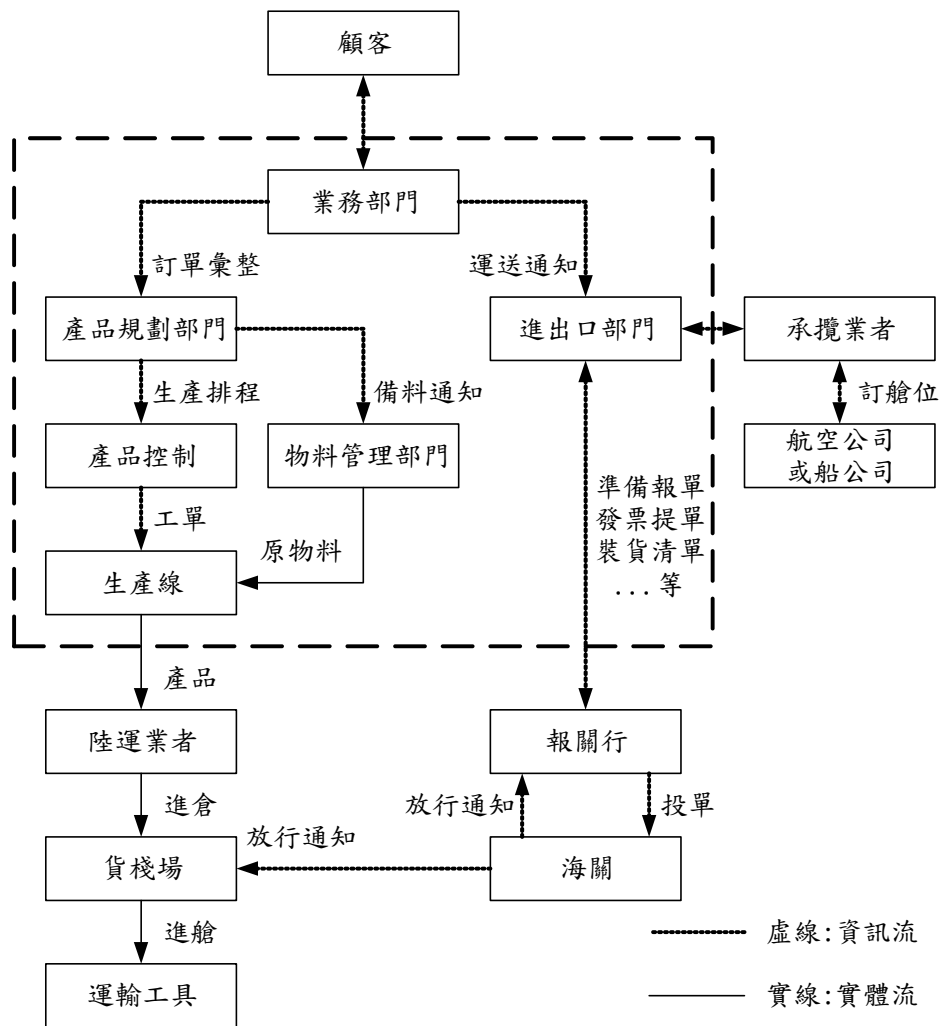


圖 3.1 出貨流程圖

TFT-LCD 面板製造廠商通常會和多家承攬業者合作，這些承攬業者的必要條件就是對於航空公司與船公司有好的訂艙位能力；TFT-LCD 面板製造廠商在選擇報關行時，亦會選擇紀錄良好之報關行為合作夥伴。

本研究之研究對象出口(自我國出口)報單約九成以上核定為C1¹¹通關，核定為C2 或C3 時亦可以快速完成驗貨與文件審查手續、得到海關的放行通知[12]。但班機或船隻若因天候因素需延期出發，則會造成出貨行程之延滯。若已投單或者完成報關手續，則需辦理退關，該手續約需要一個工作天，也就是今天辦理退關，隔天才會完成退關。

¹¹ 核定C1 通關將直接放行；核定為C2 通關需補繳文件，海關審查後方可放行；核定C3 通關需補繳文件查驗，亦須海關人員陪同驗貨方可放行。

3.4 物流協力廠商

目前我國之跨國貿易多倚賴海運與空運，表 3.1 比較 TFT-LCD 面板以空運與海運運送之運輸方式。以實務界而言，總體看來，電子產業大約四分之三之貨物以海運運送，其餘四分之一以空運一般貨運送，以空運快遞貨或包機運送之機率非常少，TFT-LCD 面板之運輸情況亦是如此。空運之運量佔總運量之百分之二十五，而空運之單位運輸成本約為海運單位運輸成本之十倍。

表 3.1 海運以及空運一般貨與快遞貨之比較

	海運	空運 一般貨	空運 快遞貨
運輸時間	跨國運輸至少四天以上至數星期	數小時至數天	數小時至一天
運輸費用	較低	較高	最高
運輸容量	較大，幾百公噸至幾千公噸，電子產品通常以貨櫃運輸產品	較小，客貨兩用機在 45 公噸以內，波音 747 全貨機為 100 公噸	
計費單位	TEU 或四十呎櫃	公斤	
進倉時間	開船前一天或兩天	起飛前六小時	

除了海運公司或航空公司外，欲將貨物送至顧客手中，由工廠出貨至跨國運輸這段流程，仍需要承攬業者、報關行、陸運業者等業者各司其職、相互合作，才能夠使貨物順利運送。

1. 承攬業者

本研究指稱的承攬業者，為無船或無飛機公共運送人。TFT-LCD 面板製造廠商對於承攬業者的選擇條件，首要是對於船公司和航空公司的訂艙位能力；TFT-LCD 面板製造廠商要出貨需要艙位時，承攬業者負責訂到艙位，若承攬業者與運輸業者合作的時間長且業務量大，能夠擁有指定的班機艙位與優先進艙等權力，有效減低貨物被卸載(off-load)的機會。訂艙位的附加服務包括對於船公司和航空公司艙單文件處理，目前大部分的承攬業者亦提供線上網路貨物查詢服務，讓 TFT-LCD 面板製造廠商可以隨時掌握貨物全程進度的即時動態，甚至主動告知廠商貨物運送、通關情況。

其次的選擇條件是在顧客端國家的服務，大部分的承攬業在不同國家有分公

司，分公司需注意貨物之運送與通關情況，並且隨時回報 TFT-LCD 面板製造廠商貨物資訊，有時候亦需要協助顧客端之進口報關或安排陸運運輸等事宜。若承攬業者在該顧客端國家沒有分公司，則需找其他承攬業者或代理商幫忙相關業務。

貨物自我國出口並進口至顧客端國家，於顧客端國家進口時需繳納關稅，若收件人(TFT-LCD面板製造廠商之顧客)具備該國進出口績優廠商資格¹²，通關時則可以不用繳納稅金，在往後十四天內繳納即可；若需在通關時繳交稅金，通常承攬業者(或報關行)會代為繳納，在月底時，TFT-LCD面板製造廠商會將該稅金與貨運運費、服務費、文件處理等費用一併交與承攬業者。

承攬業者會為出口頻繁的 TFT-LCD 面板製造廠商向船公司或航空公司爭取一些權益，該權益可以使 TFT-LCD 面板製造廠商的物流作業更有彈性。承攬業者和航空公司或船公司達成協議是 TFT-LCD 面板製造廠商若進出口量達到某一數量(如一百萬公噸)，只要廠商在進艙時間之前送達貨物，或結關之前完成通關手續，航空公司或船公司能夠保證這些貨物一定有機位或艙位，並且對於進口貨物在貨棧場有較長之免費存放期(貨櫃能夠在貨棧場免費存放七天)，但這不代表航空公司或船公司可以保證能夠運送這些貨物，因為貨物之通關放行之決定權在海關，若貨物未被放行則不能進行出口運送。

若 TFT-LCD 面板製造廠商的下游顧客要求廠商供貨達到即時供補(Just In Time)，而需要 TFT-LCD 面板製造廠商提供 VMI(Vendor Managed Inventory¹³) hub，該倉庫往往由承攬業者代為管理，顧客需要貨物時直接從倉庫取貨，或由管理倉庫的承攬業代為陸運運送。除了倉儲管理的專業，承攬業者需和航空公司、船公司、其他的物流業者、不同地區的轉運站或發貨中心進行策略聯盟，才能夠幫助 TFT-LCD 面板製造廠商達到全球供貨 JIT 的速度與效率。

目前我國有部分承攬業者設立物流資訊交換平台，包括空運承攬業務、海運承攬業務、報關、陸運運輸、帳務及決策支援的企業資源整合系統，該系統能夠和 TFT-LCD 面板製造廠商、運輸業者、策略聯盟的企業資源整合系統連線，提

¹²我國進出口績優廠商資格為年進出口金額超過美金八百五十萬元，或以出口成長率評定。友達光電、奇美電子、瀚宇彩晶等公司都曾經是經濟部九十一年度、九十二年度表揚之進出口績優廠商。

¹³即供貨商管理的庫存。供貨商將物料送到顧客指定的地點,由第三方物流公司代為管理,但物權仍屬供貨商所有,供貨商決定庫存水準和持續補貨策略,客戶使用後開始付款。

升物流作業之連貫性、縮短物流作業之時程，以及提高資料的正確性。

有些承攬業者亦具備報關服務，或者具備陸運業者所需要的車隊，隨時代趨勢發展與企業競爭力驅使，承攬業者往往和報關行、陸運業者、其他物流公司和運輸業者合作或者組成策略聯盟。

2. 報關行

TFT-LCD 面板製造廠商選擇的報關行，首要條件是沒有不良之歷史紀錄，因為不良紀錄將影響報單之審核放行。而為提高資料正確性與保密性，且因應資訊電腦化的快速與便利，報關行目前皆須具備電腦連線報關之能力。目前關貿網路參與連線業者達百分之九十九以上，所有海運與空運報單平均通關時間(收單至放行)不超過一小時，其中 C1 免審免驗報單(海運 C1 報單佔全部海運報單 51.4%、空運 C1 報單佔全部空運報單 74%)可於十分鐘內完成通關。

雖然目前自動化電子通關流程非常快速，但該段流程指的是收單至放行，對於 TFT-LCD 面板製造廠商及其下游顧客，感受到的是卸貨至提貨流程的時間，這段流程需要許多文件：正本提單、發票、裝箱單、委任報關書、貨價申報書、裝櫃明細表、輸出入許可證、產地證明書、型錄(說明書、仿單或圖樣)與其他。由於正本提單只有一份通常以郵遞方式寄送，而為節省時間，目前 TFT-LCD 面板製造廠商都選擇申請電報放貨，以電報放貨切結書(telex release 或 release by telex)換小提單(Delivery Order)，於運輸工具到達當日(至十五日以內)即可開始辦理換單，縮短等待正本提單的郵遞時間，海運整個流程約一天可以辦理完成，也就是今天換單並且投單，明天就可以提貨，空運流程則受班機到達時間影響其時間少於一天，。

圖 3.2 為進口報關流程圖(貨物自我國出口、進口至顧客端國家)，由上至下首先顧客(收件人)提供發票、裝箱單、委任報關書、貨價申報書、裝櫃明細表、輸出入許可證等文件，報關人(承攬業者或報關行)代為製作電報放貨切結書。待運輸工具抵達後，報關人代貨主繳交相關費用換取小提單，再向海關投單；若海關審核 C2 通關則需補繳文件，若海關審核 C3，報關人須向倉儲業者申請查驗，並且報關業者的現場人員需陪同海關查驗人員驗貨；海關估價員核估關稅，報關人會代為繳納稅金；海關放行後，報關業者的現場人員憑放行通知單與提貨單(或小提單)向倉儲業者辦理提貨手續，駐庫關員放行後，經管制站關員驗證放行，

完成提貨手續。出口報關流程主要亦分為收單審核、驗貨、放行等三項手續，惟由於沒有繳納關稅之問題，通常耗時較短即可完成。

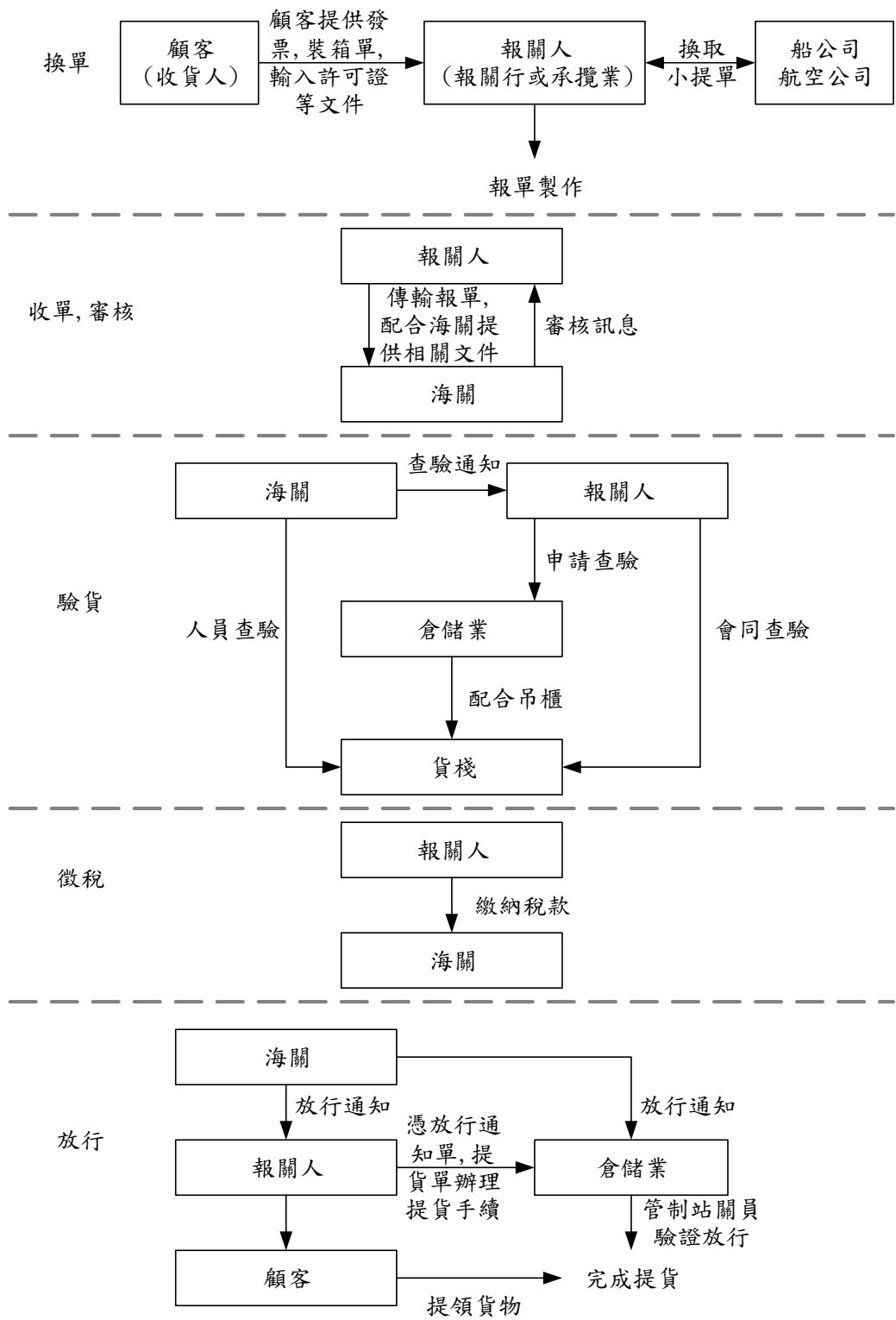


圖 3.2 進口報關流程圖

目前報關行亦朝向多角化經營，除了一般進出口通關手續，還包括洽訂艙位、代辦內陸運輸以及保稅倉庫進儲、重整、出倉報關等，這代表報關行與承攬業者等物流業者都傾向互助合作，使顧客能夠得到所需的服務，以提升服務之品質與水準。

3. 陸運業者

目前 TFT-LCD 面板製造廠商的生產與出貨型態為少量多次，陸運業者必須配合，做到及時到料、及時出貨，所以充足龐大的車隊勢必為 TFT-LCD 面板製造廠商之考量。

而科學園區的產品屬於保稅商品，陸運業者必須有保稅車業者資格以運載物品。TFT-LCD 面板製造廠商某部分的原物料、半成品、成品，有些具有非一般貨的特性，譬如：裝載玻璃基板時，玻璃與玻璃之間距離太密，會受靜電而互相吸引，進而造成玻璃破損；有時候貨車的震動會造成物品瑕疵，進而降低成品良率與品質；若玻璃與玻璃間的距離太遠，則會造成成本不划算。陸運業者必須掌握貨物的特性、克服運輸時的困難處，才能爭取 TFT-LCD 面板製造廠商的合作契約。

而車輛硬體亦是必須考量的條件，大部分 TFT-LCD 面板原物料、半成品、成品都脆弱而易碎，我國部份陸運業者為 TFT-LCD 面板製造廠商採用專用車輛，這些車輛具備車廂自動升降、防爆胎平衡控制系統、自動車身水平避震控制系統、防傾倒充氣袋…等，以保證運送過程中，震動的產生達到最小使貨物完整無缺的送達。

為了使 TFT-LCD 面板製造廠商可以隨時掌握貨物及時動態，有部分陸運業者的車隊每一輛車都配備貨物簽收功能的個人數位助理、行動電話、雙向全球定位系統，搭配貨物條碼就能夠追蹤管理貨物與車輛動向。

若 TFT-LCD 面板製造廠商透過陸運業者、報關行、承攬業者相互合作，從工廠出貨、分裝、包膠膜、到向科學園區海關報關完成所有手續，半個小時內可以完成。

4. 空運業者與海運業者

航空公司方面主要討論對象，起點為是我國兩個主要國際機場，三個目的地則包括香港、上海、曼谷，我國兩個主要國際機場為中正國際機場與高雄小港機場。(1)由我國中正機場起飛至目的地香港之主要航空公司包括中華航空、國泰航空、港龍航空、長榮航空，依氣候與機型之不同約需 90 分鐘至 110 分鐘左右之運輸時間；(2)目前我國無往上海之直飛班次，往上海有兩種方式，一是航機需飛至香港(或者澳門)再轉機至上海(轉乘中國東方航空)，二是航機飛至香港(或者澳門)地停一至二小時再原機飛至上海，僅有港龍航空公司，依氣候與機型之不同約需 180 分鐘至 200 分鐘左右之運輸時間，對於我國至上海之班機，本研究僅考慮中途經香港之班機；(3)至目的地曼谷之主要航空公司包括中華航空、泰國航空、長榮航空，依氣候與機型之不同約需 120 分鐘至 140 分鐘左右之運輸時間；(4)由小港機場起飛至目的地香港之主要航空公司有華信航空與港龍航空，(5)至目的地曼谷之主要航空公司包括立榮航空、泰國航空、中華航空。

表 3.2 為我國至案例三個目的地香港、上海、曼谷之航班彙整表，整個表分為上半部與下半部，上半部為初始之資料，下半部為整合的資料。最左側欄代表顧客收到貨物之時間，「翌日」代表若今日出貨(譬如第 i 天出貨)顧客將可於翌日(即第 $i+1$ 天)收到貨物，「後天」代表若今日出貨(第 i 天出貨)顧客將可於後天(即第 $i+2$ 天)收到貨物(出貨時間與抵達出貨機場之相關時間點請參考第四章第一點三節的圖 4.2)。第二欄代表班機之起飛機場，起飛機場包含我國中正機場、小港機場以及香港機場，但香港機場為中途點，表 3.2 下半部整合後，起飛機場將不包含香港機場。第三欄代表班機之目的地，班機將到達香港、上海或曼谷。第四欄代表第一欄至第三欄，顧客可以收到貨物之時間、起點機場和迄點，所對應之航班起飛時段。第五欄代表第四欄時段期間起飛之客機數量，第六欄代表第四欄時段期間起飛之貨機數量。

我國至上海班機除了港龍航空公司之航班外，其他航班皆需於香港轉機，這代表由我國至上海之貨物與我國至香港之貨物可能同時在我國至香港的航班上，為避免重複計算航班，需先計算我國至上海的航班。表 3.2 之下半部，由我國至上海之航班，考慮自香港機場起飛至上海之班機起飛時間後，統計出今日出

貨、翌日可抵達上海之班機僅有貨機 1 班，今日出貨、後天可抵達上海之班機僅有客機 20 班、貨機 2 班。

計算出我國至上海之班次後，即可求出我國至香港之班次數，香港顧客翌日可收到貨物之班次數為客機 6 班(自中正機場起飛的 6 班加上自小港機場起飛的 0 班減去至上海的 0 班)、貨機 0 班(自中正機場起飛的 1 班加上自小港機場起飛的 0 班減去至上海的 1 班)，香港顧客後天可收到貨物之班次數為客機 23 班(自中正機場起飛的 34 班加上自小港機場起飛的 9 班減去至上海的 20 班)、貨機 4 班(自中正機場起飛的 3 班加上自小港機場起飛的 3 班減去至上海的 2 班)。以相同方式可得到曼谷顧客翌日與後天可收到貨物之班次數，翌日可收到貨物之班次數為客機 3 班(自中正機場起飛的 3 班加上自小港機場起飛的 0 班)、貨機 1 班(自中正機場起飛的 1 班加上自小港機場起飛的 0 班)，香港顧客後天可收到貨物之班次數為客機 10 班(自中正機場起飛的 7 班加上自小港機場起飛的 3 班)、貨機 1 班(自中正機場起飛的 1 班加上自小港機場起飛的 0 班)。

表 3.2 我國至案例目的地之航班彙整表

顧客收到貨物	起	迄	起飛時段	客機	貨機
翌日	中正機場	香港	晚上九點之後至翌日早上八點之前起飛之班機	6	1
後天	中正機場	香港	早上八點之後至晚上九點之前起飛之班機	34	3
翌日	中正機場	曼谷	晚上九點之後至翌日早上七點之前起飛之班機	3	1
後天	中正機場	曼谷	早上七點之後至晚上九點之前起飛之班機	7	1
翌日	小港機場	香港	晚上六點之後至翌日早上八點之前起飛之班機	0	0
後天	小港機場	香港	早上八點之後至晚上六點之前起飛之班機	9	3
翌日	小港機場	曼谷	晚上六點之後至翌日早上七點之前起飛之班機	0	0
後天	小港機場	曼谷	早上七點之後至晚上六點之前起飛之班機	3	0
翌日	香港機場	上海	凌晨一點之後至早上八點之前起飛之班機	1	1
後天	香港機場	上海	早上八點之後至翌日凌晨一點之前起飛之班機	28	2

表 3.2 我國至案例目的地之航班彙整表(續)

顧客收到貨物	起	迄	起飛時段	客機	貨機
翌日	我國	香港	-	6	0
後天			-	23	4
翌日	我國	上海	-	0	1
後天			-	20	2
翌日	我國	曼谷	-	3	1
後天			-	10	1

資料來源：本研究整理

表 3.3 為海運班次表，彙整自我國為起點，至香港、上海、曼谷三個目的地之所有航運公司之班次。往香港的定期航線包含陽明海運、長榮海運、正利航業、海豐運通等；往上海的定期航線有陽明海運、萬海海運、展洋船務等，不定期有長榮海運、中國海運等；往曼谷的定期航線有正利航業，不定期航線有萬海海運、德翔航運等。由表 3.3 可觀察到，我國至香港與上海之海運班次為一週五天，我國至曼谷之海運班次為一週兩天，下一章模式構建中將會呈現一週的每一天有無航班之差異。

表 3.3 海運班次表

目的地	週一	週二	週三	週四	周五	週六	週日
香港	○	○	○	○	○		
上海	○	○	○	○	○		
曼谷			○		○		

註：週六週日為海關休假日。

資料來源：中華民國九十四年三月二十四日星期四台灣新生報航運版，本研究整理。

第四章 模式構建

綜合本研究對於過去文獻的回顧，發現以往供應鏈的研究雖對網路分析模型有所發展，卻多侷限在設施配置的問題，對於貨物運輸之規劃與細節作業較缺乏深入之研究。根據第三章 LCD 面板產銷及運輸課題之背景，本研究期望建立一個包含製造規劃與運輸規劃之整體物流策略架構，此架構是考量短期時間之物流策略，但為顧及決策之可信度與準確性(將在第 4.1 節說明)，將以五週為案例演練之時間週期(請參考第五章)，每一週做一次需求量資料之更新與運輸規劃之演算。本章首先分別就顧客需求、廠商製造、運輸環境背景三面切入，接著說明相關課題及因應該課題而做的模式基本假設，最後介紹模式相關之決策變數、已知參數、目標式與限制式。下一章則將對本章所構建之模式進行案例分析與敏感度分析，以瞭解模式之應用性。

4.1 問題界定

4.1.1 顧客需求

顧客於每個月月底告知 TFT-LCD 面板製造廠商未來三個月個別之每月需求量，但該需求量為顧客之預估值，預估值可能被顧客低估或者高估，最終實際之需求量會因顧客實際狀況而增加或減少。由於顧客之需求量在上個月月底預估值至本月實際值的變動，使 TFT-LCD 面板製造廠商訂單彙整工作不易，製造排程與出貨作業亦需隨需求量改變而調整。

目前實務上的做法是盡可能地使運輸量剛好滿足顧客需求，將顧客的需求量不多不少地於顧客要求的日期送達，惟仍難免無法完全滿足顧客的要求(例如：有時顧客會向廠商反應送達時間太晚或者運送量太少)，而且亦有可能未充分考量整體物流流程的可變化性與彈性，造成整體物流效率不佳。因此，本研究嘗試從整體策略面著手，建立一套改善物流整體作業效率之模式，此一模式並非著重企業整體長期策略，而是在企業外在環境已知的大方向中，針對整體製造與運輸策略作出即時微調的規劃。

4.1.2 廠商製造－預估需求與實際需求之差異

誠如第三章 LCD 面板產銷及運輸課題之介紹，TFT-LCD 面板製程時間相當長，並且可分做多個製程階段，不同製程階段生產不同的半成品組件，該階段的半成品組件需與上一階段的半成品組件組合加工，依序完成顧客需要的面板。我國 TFT-LCD 面板製造廠商對於半成品組件之策略不盡相同，某些廠商向其他廠商購買半成品組件，某些廠商自行生產半成品組件，當顧客訂單出現，TFT-LCD 面板製造廠商會組合半成品組件，進行最後一個階段的組裝。

根據上一節所述，顧客通常會告知廠商未來三個月各月份的需求量，此需求量多為預估值，常與最終實際需求有所出入，準確率無法達到百分之百，但顧客預估的需求量會左右廠商未來三個月半成品組件的生產數量以及相關之物料需求計畫，以保證半成品組件的數量能夠製造出顧客要求數量的面板。廠商目前僅能依照過去之歷史資料、本身之需求量預測系統、顧客告知的預估需求量與顧客預估需求量的準確率估計需求量，以避免顧客低估需求量時，造成半成品組件不足而延誤交貨，或避免顧客高估需求量時，造成過多的原物料與半成品之存貨成本。

當顧客最後實際的需求量不同於 TFT-LCD 面板製造廠商的估計值時，對於廠商而言，就是實際的需求型態與預估的需求型態不相同。模式將於第五章案例分析時做出以預估需求為需求型態之整體規劃，在顧客實際需求量產生時，亦能根據實際需求量進行整體規劃之微調，並分析比較預估需求型態與實際需求型態不同所造成製造與運輸規劃之改變，以及相關整體流程變動之影響。圖 4.1 說明預估的需求量與實際的需求量之差異，白色長條圖代表某一月份月底對下一月份各週之需求量，點狀長條圖代表各週的實際需求量，實際需求數量較預估需求數量增加百分之十，兩者需求型態之差異將會影響製造、出貨與運輸之規劃的不同。由於實際需求高於預估需求(代表顧客低估需求)之情況對廠商而言較為複雜難解，面臨之限制亦較多，所以在第五章案例分析之預估需求與實際需求差異部分，特別針對實際需求高於預估需求之情形進行案例演練。

由於廠商無法完全掌握顧客之實際需求型態，也就是說，廠商面對顧客的實際需求型態可能有非常多種，為簡單說明，圖 4.1 僅呈現其中一種可能發生的需求型態，但構建模式時則需考量各種需求型態之適用性。

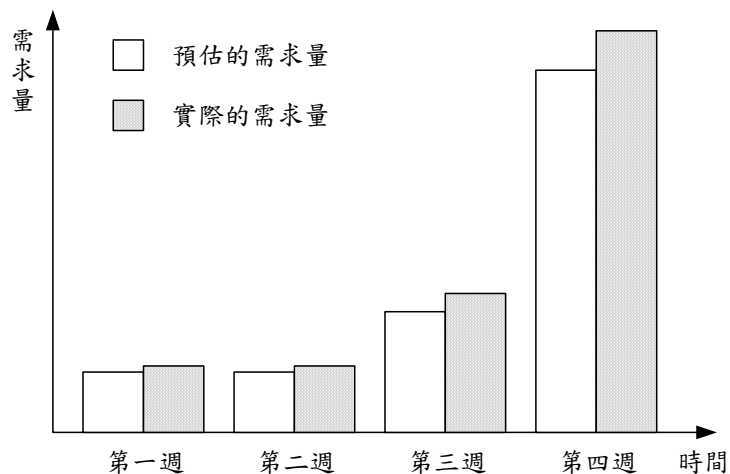


圖 4.1 預估需求量與實際需求量差異

4.1.3 運輸環節實務問題

1. 出貨日流程

海運貨物有三個時間點對於貨主相當重要：進倉時間、結關時間、預定開船時間。結關時間依船公司規定與停靠港不同會早於開船時間一天至二天，該時間點依船公司與貨櫃場規定為結關時間當日之下午五點，進倉後報關行即向海關投單，如超過該截止時間貨物進倉，貨物將趕不上原訂時間裝船，僅能以下一船班運送。

TFT-LCD 面板製造廠商通常於一天某一段時間內出貨，一天通常出貨一次，出貨時間並非每天固定，通常為上午出貨。本研究考慮海關審核查驗所需之最長時間往前推估最晚出貨時間為上午十點，圖 4.2 中 TFT-LCD 面板製造廠商於上午十點出貨(但實務上，TFT-LCD 廠商能夠視班次或班次相關之進倉時間略為提前或者延後其出貨時間)，若欲以海運運送(請參考圖 4.2 之 1)，最長經過兩個鐘頭之陸運時間可於中午十二點進倉與投單，投單後，最長經過六個鐘頭之海關審核查驗作業¹⁴於下午六點海關放行。

若 TFT-LCD 面板製造廠商欲以空運運送(請參考圖 4.2 之 2)，同樣地於上午十點出貨，最長經過四個小時之陸運時間於下午兩點抵達中正機場，進倉後向海

¹⁴海關審核 C3 通關至多需六個小時、空運審核 C3 通關至多需四個小時而放行。

關投單，最長經過四個鐘頭之海關審核查驗作業於下午六點之前海關放行。

此處指的進倉截止時間(如圖 4.2 標示「截止進倉」)為港埠貨棧場規定之進倉截止時間，空運貨物之進倉截止時間為班機起飛前六個小時(依航空公司規定)，並且必須於班機起飛前二至三個小時需完成報關作業，起飛前半個小時貨棧人員將貨物裝機(裝艙作業)。而最晚放行時間則是對於 TFT-LCD 面板製造廠商欲出貨之該批貨物被海關放行之可能最晚時間，並非海關統一放行之時間。

同理，以上述方式推演，若於上午十點出貨，最長經過一個小時之陸運時間能夠於上午十一點抵達小港機場(請參考圖 4.2 之 3)，最長經過四個鐘頭之海關審核查驗作業於下午三點之前海關放行，搭乘晚上六點之班機；若廠商之出貨時間逾最晚出貨時間，貨物之報關與放行將因此後延，則必須搭乘翌日之班機。

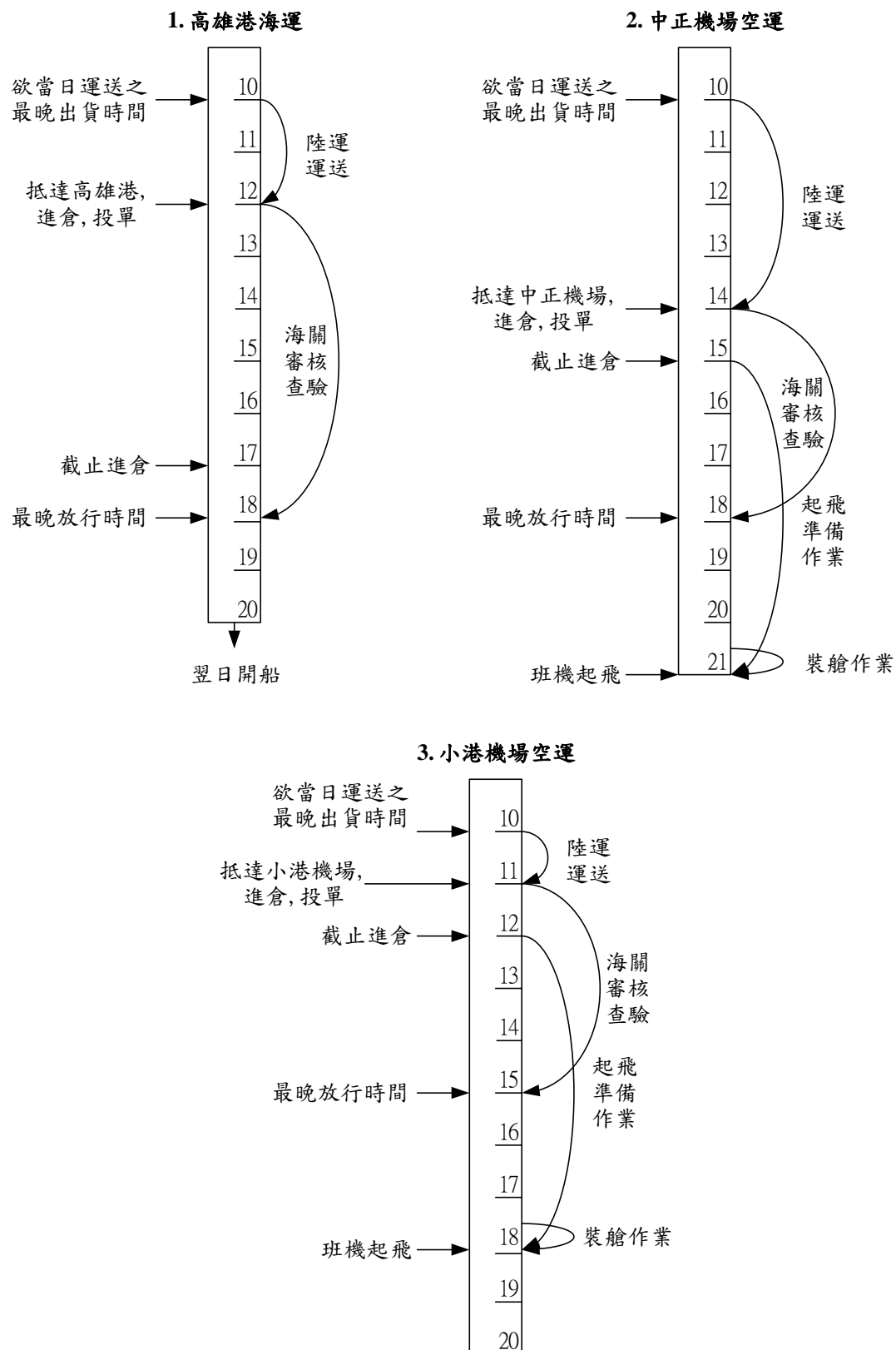


圖 4.2 出貨日之時間流程

2. 艙位預訂

TFT-LCD 面板製造商由於進出貨量相當大，貨運業務需倚賴合作之承攬業者代為辦理，出口運輸工具以運費較低且運輸容量較大之海運運輸為優先考量。海運方面，船公司通常以買斷方式將每個月的艙位賣給合作承攬業者，承攬業者再將有限的艙位分配給所有合作的運輸需求者(包括 TFT-LCD 面板製造商)，若 TFT-LCD 面板製造商出口貨櫃之數量超過承攬業者分配的艙位數量，就必須以空運運送。因此，若顧客低估需求量，於之後又臨時增加需求量，對 TFT-LCD 面板製造商之影響即是低估出口貨櫃數量，TFT-LCD 面板製造商必須再以空運運輸貨物滿足顧客臨時增加需求量。空運方面，空運班次較海運班次頻繁，TFT-LCD 面板製造廠商仍需在一週前與空運承攬業者協調該週所需貨物艙位數量。

在運輸淡季時，無論以海運或空運運送貨物，若欲當天出貨多可於當日訂到該日之艙位；而在運輸旺季時，通常需要提前幾天訂艙位。本研究欲以整體規劃之方式，在上個月月底得知該月所需之海運與空運艙位數量之情形下，提早安排運輸艙位之預訂事宜。

4.2 模式基本假設

本研究之重點在於，以 TFT-LCD 面板製造廠商的角度，安排貨物之短期整體物流規劃，對各種不同情境模擬廠商運送面板之最適運輸型態(含運輸量、運輸時間之分析探討)，因此承上一節陳述之問題，構建一數學模式作為分析工具，該產業之特色以及模式之架構概念與基本假設略述如下。

4.2.1 產業特色

本研究之研究對象為台灣某家 TFT-LCD 面板製造廠商，其生產之成品可應用於筆記型電腦液晶螢幕、桌上型電腦液晶螢幕與液晶電視，上述產品除了肉眼可觀察之尺寸大小不同之外，依內部材料不同或內部細節設計不同，總共可分為四十多種規格，考量其中十七吋面板生產線運作歷史較長，目前良率達到九成以上，且下游顧客對於該尺寸之面板亦有相當大之需求量，所以本研究選擇單一規

格(不考慮內部材料與設計細節之不同)十七吋液晶面板作為模式中的運送貨品。

TFT-LCD 面板製造業與模式構建相關之特色簡述如下：

- 需求常常變動而且無法準確預測，但業者仍可根據歷史資料概略推估可能需求量，即使有所誤差，其誤差幅度尚在可以容忍的範圍內，且廠商可視每週更新後之最新需求微調其生產作業與運輸安排。
- 由於產業群聚效應，可視上游原物料供給無虞。
- 產能有限，TFT-LCD 面板製造業的面板產量受限於生產線的產能限制，允許趕工的彈性非常有限。
- 由於生產線關閉後再重新啟動，製造流程不會立刻達到最佳之狀態，需經過一段暖身時間製造流程才會達到最佳之情形，因此除了定期保養或維修，通常生產線會每日運作與生產，不會任意停產。
- 產品具易逝性，若 TFT-LCD 面板在顧客要求日期之後到達，對顧客而言其損失相當大，因此，顧客多要求廠商如期交貨，否則將向廠商索取鉅額賠償。
- 如使用海運方式運送，則必定使用貨櫃運輸，且為整櫃運送，不與其他貨主併櫃，因此海運運輸單位成本係指貨櫃運輸成本(包含吊櫃成本)，不考慮採取併櫃方式之成本。
- 出貨數量以棧板為單位，一個棧板最經濟的堆疊方式可裝載九十片面板。海運運輸時之計價單位為貨櫃，一個貨櫃可裝載二十四個棧板；空運之計價單位為重量，九十片面板約為 232 公斤。

4.2.2 模式架構

圖 4.3 說明模式所處理之顧客需求量與規劃週期之時間關係，圖中顯示一個週期中共有三十五天，對於第一次規劃時(即第一週)，顧客之需求量分布於第 8 天至第 35 天，藉由廠商第 1 天至第 28 天之製造與運輸活動滿足顧客第 8 天至第 35 天之需求量(第 1 天至第 7 天為廠商之前置期，因此第一週之第 1 天至第 7 天無顧客需求量)。第二次規劃時(即第二週)，顧客之需求量將分佈於第 9 天至第

42 天，因此需藉由廠商第 8 天至第 35 天之製造與運輸活動滿足顧客第 9 天至第 42 天之需求量(於 5.1 結將更清楚說明案例演練時間接續之關係)，以此類推，每一次規劃僅取前七天之規劃結果，最後共求得連續五週共三十五天之規劃結果，但對模式而言，每一次之步驟是重複而相同的。

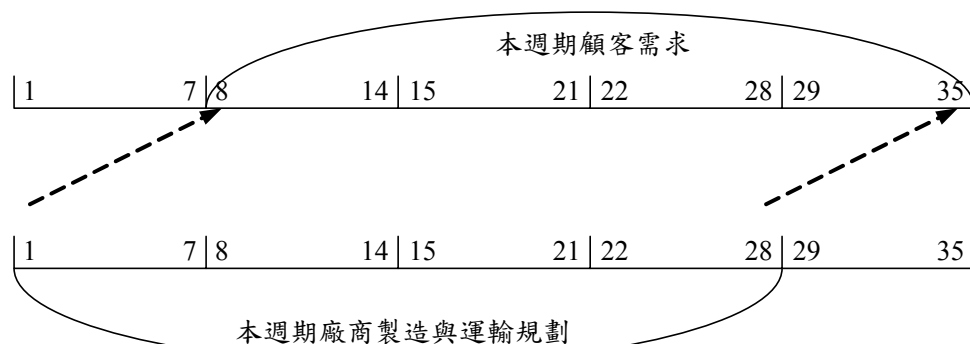


圖 4.3 模式之週期說明

圖 4.4 為模式架構圖，首先於第一次規劃時(第 0 天晚上)檢視廠商之製造量與顧客需求量，若該週期第 1 天至第 28 天廠商之總製造量大於第 8 天至第 35 天之顧客需求量，則能夠得到製造排程，即是每一日之製造量；若該週期第 1 天至第 28 天廠商之總製造量小於第 8 天至第 35 天之顧客需求量，代表該週期第 1 天至第 28 天廠商每日之製造量達到上限亦無法滿足第 8 天至第 35 天之顧客需求量，此時產能已飽和無法再增加產量，需藉由起始存貨量使廠商之面板供給量等於顧客需求量，但第一週之起始存貨量為 0，因此廠商之面板供給量仍小於顧客之需求量。實務上，面板製造廠商能夠選擇延後交貨或是拒絕接單，延後交貨或拒絕接單其意義皆是減少該週期內之顧客需求量，使該週期之廠商面板供給量等於顧客需求量，但由於接單與否、延後交貨以及延後交貨之時間長短涉及之層面相當廣，可能包含簽約之內容、合作時間與顧客今年之訂購數量等需以人為經驗判斷之因子，並且其決定權在於廠商之高階主管，因此本研究採取之解決方式是向其他廠商購買面板，模式中以不足存貨量反應其需向其他廠商購買之數量，以彌補廠商整體製造量與該週期之起始存貨量之不足，以達到廠商與顧客之供需平衡。起始存貨量對應於模式之部分將於下一節做進一步之說明。

製造排程製造出之貨物一部分是為存貨使用，一部分是為出貨使用。由於規劃時已獲得第 8 天至第 35 天之顧客需求量，若顧客之需求量有漸增之趨勢，且需求量遠大於一天最大產能所能製造之面板數量，必須事先製造並庫存，才有充

足之面板數量能供給顧客之需求量。若製造量固定，該日之出貨量愈大則該日之存貨量將愈小，反之，該日之出貨量愈小則該日之存貨量將愈大；當日之出貨量愈大代表當日之運輸量愈大(當日之運輸量總合即為出貨量)，花費之運輸成本亦愈高，當日之存貨量愈大當日之存貨成本亦愈高。

出貨時需考量承諾顧客之交貨時間與約定之交貨數量，最慢必須於交貨時間當天送達約定之交貨數量。出貨時亦需考量運輸班次與抵達目的地之時間(運輸時間已知)，一般情形廠商會選擇單位運輸成本較高之海運運輸，但若出貨時之時間點與交貨時間甚短，以海運運輸必定延遲抵達目的地，勢必選擇空運運輸。空運之運輸時間較短，所以其出貨之時間亦較有彈性，不論今日以空運出貨或明日以空運出貨，顧客能夠於交貨時間當天收到約定之交貨數量，則對於廠商而言僅有存貨量之改變。

實務上，運輸排程包含艙位之預訂，若預訂之海運運輸艙位少於最後實際欲運送之海運艙位，則需以空運運送其無法以海運運送之運輸量。而為瞭解艙位之需求情形，本研究對於海運運輸僅以當天是否有航班設限，若當天有海運航班則無艙位上限之限制，若當天無海運航班則艙位容量為 0，對於空運運輸之艙位亦相同。

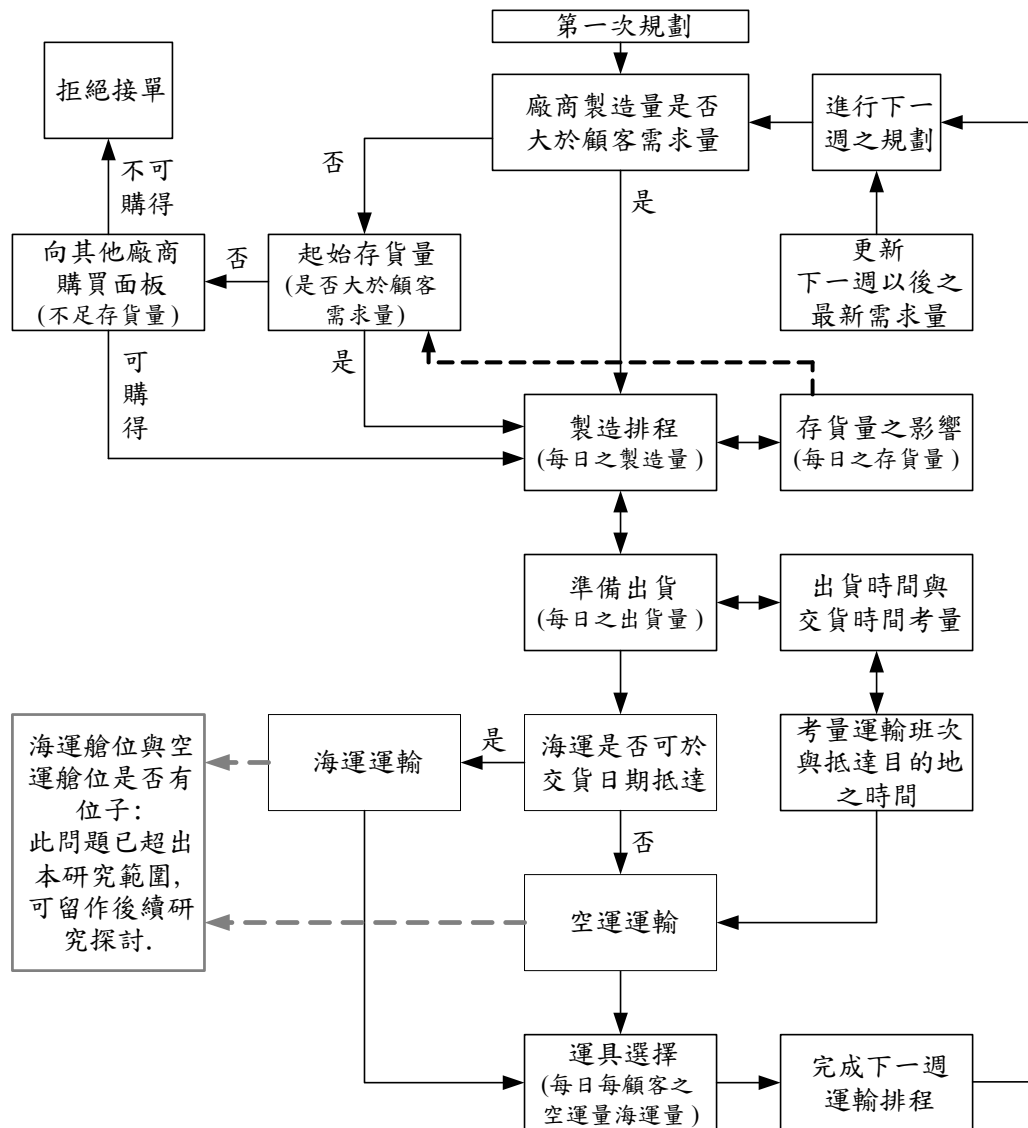


圖 4.4 模式架構圖

統合上述即可選擇所需運具，即對於每日運往各顧客目的地之海運量與空運量，完成該週(第 1 天至第 7 天)面板廠商應執行之運輸排程。

第二次規劃時(即第 7 天晚上)，獲得新的顧客需求量資訊(顧客之需求量分佈於第 9 天至第 42 天)，即進行新的規劃，此時執行之步驟如同上述，不同之處為起始存貨量為第 7 天晚上之存貨量，亦是第一次規劃時第 7 天之存貨量，於圖 4.4 中以虛線表示其間之關係。

4.2.3 本週期製造量與起始存貨量

誠如第一章之介紹，TFT-LCD 面板製造廠商已由過去之存貨式生產轉為接單組裝，存貨式生產代表生產線之產出係依據維持一定存貨水準而進行生產，存貨水準之調整則依據廠商的過去歷史資料與訂單數量；而接單組裝則代表廠商依據顧客預估的需求量生產半成品，待顧客確定最後的實際需求量再組裝半成品以完成面板，接單組裝之生產方式較存貨式生產減少最終成品之存貨成本，亦較為降低預估訂單數量有誤時之風險成本，所以接單組裝之生產方式較存貨式生產方式為目前廠商所採用。本研究期望以預估的需求量提前做生產與運輸安排的規劃，以進一步增加廠商整體物流效率。

本研究之模式以第 $i-1$ 天之存貨量加上第 i 天之製造量為第 i 天能夠出貨之面板數量，減去第 i 天之出貨量即是第 i 天之存貨量。本研究之案例操作方法，每一週做一次規劃，但每一週相對之需求量分布於該週的第 8 天至第 35 天，且規劃之製造與運輸排程分布於該週的第 1 天至第 28 天，為連貫每一週之存貨量，相對於每一週第 7 天晚上之存貨量，即為下一週第 0 天晚上之存貨量。圖 4.5 說明本週起始存貨量與本週期第 7 天晚上存貨量，起始存貨量的時間點始於本週之第 0 天，代表上週製造且本週可出貨之存貨量；本週第 7 天晚上存貨量則代表本週製造且本週第 7 天晚上未出貨之存貨量，可供下一週使用。假設以第 n 週為例，第 $n-1$ 週第 7 天晚上存貨量為 200 個棧板，第 n 週之起始存貨量即為 200 個棧板，若第 n 週之起始存貨量與相對於第 n 週第 1 天至第 28 天之總製造量不足供給相對於第 n 週第 8 天至第 35 天之顧客需求量，代表第 $n-1$ 週第 7 天晚上存貨量 200 個棧板對於第 n 週太少(亦代表第 n 週之起始存貨量 200 個棧板太少)，所以本研究針對此一情形，對於第 n 週之第 0 天設計一決策變數「不足存貨量」，該決策變數可以反應第 n 週不足存貨的數量。

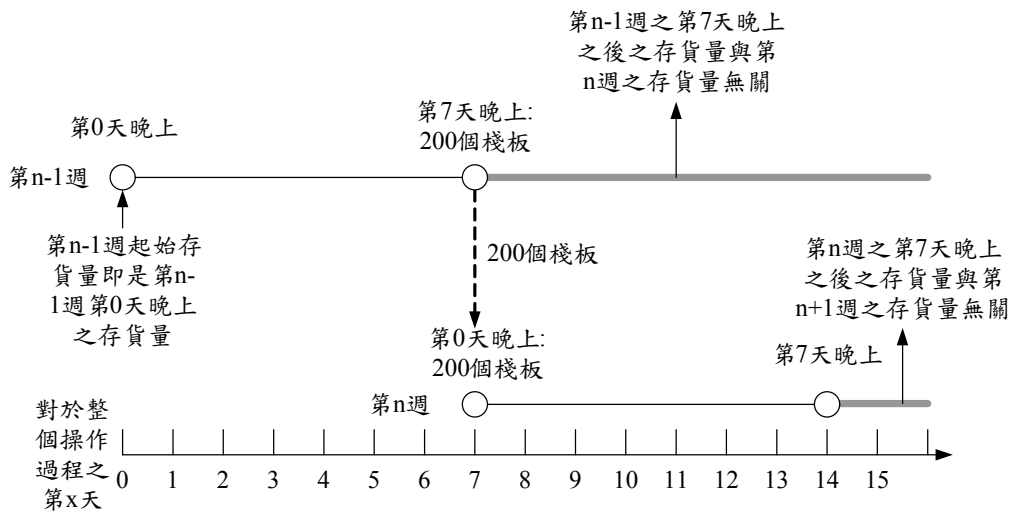


圖 4.5 本週期起始存貨量與本週期最後存貨量說明圖

4.2.4 顧客需求量與交貨日期

實務上，顧客估計本身對於面板的需求情形向廠商下訂單，廠商方面亦以本身面板的供給情況向顧客回報能夠提供的面板數量，所以顧客之需求量與預定交貨日期是顧客與廠商雙方協調後的結果。模式中，每個不同所在地的顧客有相對的交貨日期，而交貨日期當日亦對應該所在地所有顧客之總需求，若當日無需求量則當日對應之需求量為零。顧客需求量與交貨日期設定為已知參數，惟實際資料礙於機密難以取得，本研究於第五章演練時採取以某平均值與標準差之亂數產生器產生包含三個顧客目的地相對之需求量數值，以模擬顧客需求量與交貨日期。

廠商需將製造完成之面板運送至顧客所在地，以滿足上述之顧客需求量，在模式中，運輸量為決策變數。圖 4.6 說明運輸量與需求量之關係，廠商的製造量受限於產能限制，進而影響出貨量(第 i 天之出貨量為第 i 天之總運輸量之總合，圖中以虛線方框表示)；出貨時，出貨的面板數量對於廠商是出貨量，對運輸業者則是運輸量，運輸量受交貨日期以及進倉日期之限制，經過進倉時間與運輸時間，面板送抵顧客所在地，滿足顧客需求。

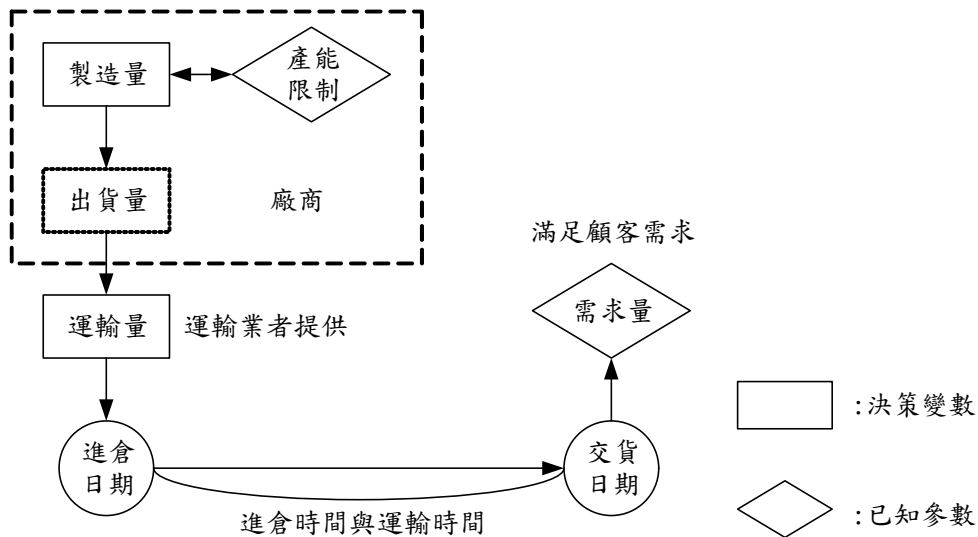


圖 4.6 運輸量與需求量說明圖

由於TFT-LCD面板產業以海運運輸為主、空運運輸為輔，航空班次以中正機場與小港機場網站¹⁵提供之當季航空班表為參考，船隻航次則以台灣新生報航運版公佈之船期為參考。本研究之研究對象出口海運港口為高雄港，由工廠至高雄港車程約一個半鐘頭；出口空運航站為桃園中正機場與高雄小港機場，前者車程約三個半鐘頭，後者車程約一個鐘頭。

¹⁵ 中正機場網站<http://www.kia.gov.tw/content/customer/information-3.asp>
小港機場網站 <http://www.cksairport.gov.tw/chinese/schedule/>

4.2.5 模式假設彙總說明

本研究選擇以香港、上海與曼谷三個地區為研究之顧客端點，其考量因素為香港、上海與曼谷三個顧客地區為受訪面板廠商銷售量最大之三個顧客地區，香港、上海與曼谷之銷售量總量佔總銷售量 70%以上，其中以香港地區銷售量最大，次之為上海地區，最後為曼谷地區。

彙總第 4.2 節所有重要假設簡要描述如下：

- 由於顧客需求常常變動而且無法準確預測，若根據預估資料做初步規劃，可依據每週更新後之最新需求微調其生產作業與運輸安排。
- 生產線有產能上限，並且每日運作生產。
- 廠商必須依顧客要求之日期如期交貨。
- 假設一個週期有三十五天，並以滾動式方法求解，依據顧客每週更新之需求量微調每週之製造規劃與運輸規劃，連續規劃五次。
- 承上點，第一次規劃時之起始存貨量為 0，第二次之起始存貨量則為第一次規劃時第七天之存貨量，第三次之起始存貨量則為第二次規劃時第七天之存貨量，以此類推。
- 以固定平均值與標準差之亂數產生器產生三個顧客目的地相對之需求量數值，以求接近顧客需求量常常變動之情形。其平均值與標準差請參考第 5.3.1 節與第 5.4.1 節之案例操作說明。

除了上述產業實務特性與模式基本假設外，模式必須盡可能滿足相關限制，惟為避免模式過於複雜導致應用不易，本研究另作了下述的假設以建模式：

- 製造量、存貨量與運輸量以棧板為計量單位，其相對之成本亦是以每棧板計算(海運貨櫃成本則是以貨櫃為計費單位)。
- 該生產線之產量保持在產能利用率百分之五十以上。
- 由於生產型態由過去之庫存式生產轉變為接單生產，原設計建造供大量庫存之倉庫近一兩年使用率非常低，且本研究之研究對象 17 吋面板生產線生產之 17 吋面板可存放於該生產線之自動倉儲系統，該自動倉儲系統有 17400 個儲位，其

代表自動倉儲系統可容納 17400 個棧板(17 吋面板之生產線每日產能上限為 266 個棧板)，因此本研究不假設貨物於工廠倉庫之存貨上限。

■ 對於出貨或進倉之定義為當天出貨代表當天是船公司或航空公司規定之進倉時間，並且需完成報關作業。各國家之機場與港口貨棧對於貨物都有存貨之固定成本，該固定成本支付進出口貨物一段期限內之存貨費用，超過該期限則需支付額外之存貨費用。一批貨可以儲存於機場貨棧兩天、港口貨棧七天，但因國家規定不同該期限亦不同。若需考慮出貨時於我國出口端機場或港口貨棧之存放時間，以及貨物在顧客端機場或港口貨棧之存放時間，雖然對於廠商及顧客有許多時間與成本上的可利用性及彈性，其組合相當多種，但為避免模式過於複雜，模式中對於出貨或進倉之定義為當天出貨代表當天是進倉時間(並完成報關作業)，選擇空運運送表示當天或是翌日是起飛時間，選擇海運運送表示當天為結關時間，貨物必須進倉並完成報關作業，翌日是開船時間。而對於貨物到達顧客端之機場與港口之存貨時間，亦限制貨物到達日至顧客預定之交貨日期不會超過在顧客端機場與港口之固定成本存放期。

■ 廠商雖沒有固定之出貨時間，惟出貨作業通常是在上午十一點之前，但考慮報關作業與結關等限制，模式中假設出貨時間均為上午十點。

4.3 模式說明

依據上一節之模式架構，本節將介紹構建之決策變數、相關參數、目標式與限制式。模式包含一項目標式以及五項限制式：

目標函數：

$$\text{Min } Z = (\text{總製造成本} + \text{總存貨成本} + \text{不足存貨量成本} + \text{起始存貨成本} + \text{總運輸成本})$$

限制條件一：製造量之產能限制

限制條件二：製造量、出貨量與存貨量之關係式

限制條件三：運輸量滿足顧客需求之限制

限制條件四：運輸量滿足顧客需求並且避免過早到達之限制

限制條件五：海運運輸量轉換為運輸成本計價之貨櫃單位

4.3.1 決策變數

X_{Pi} ：代表本週期第 i 天之製造量(單位：棧板)。

X_{Ii} ：代表本週期第 i 天之存貨量(單位：棧板)。

Y_I ：代表本週期之不足存貨量(單位：棧板)。

X_{1Aim} ：代表本週期第 i 天進倉第 $i+1$ 天可在顧客端目的地 m 清關完成之空運運輸量(單位：棧板)。

X_{2Aim} ：代表本週期第 i 天進倉、第 $i+2$ 天可在顧客端目的地 m 清關完成之空運運輸量(單位：棧板)。

X_{Mim} ：代表本週期第 i 天進倉，目的地為 m 之海運運輸量(單位：棧板)。

X_{MCim} ：代表本週期第 i 天進倉，目的地為 m 之四十呎櫃運輸數量。

4.3.2 相關參數

C_{Pi} ：為本週期第 i 天製造量對應之單位製造成本(單位：元/棧板)。

C_{Ii} ：為本週期第 i 天之存貨量對應之單位存貨成本(單位：元/棧板)。

C_y ：為本週期不足存貨量對應之單位存貨成本(單位：元/棧板)。

I_0 ：為本週期之起始存貨量(單位：棧板)。

C_{I0} ：為本週期之起始存貨量對應之單位存貨成本(單位：元/棧板)。

P_i ：代表本週期第 i 天工廠之產能上限(單位：棧板)。

m ：代表 TFT-LCD 面板製造廠商同一地區之下游顧客，亦代表該顧客之所在目的地(如：位於香港之顧客視做在同一地區—香港)。

n ：代表本週期 TFT-LCD 面板製造廠商對於目的地 m 之交貨日期，該日是顧客允許貨物最慢到達的日期。

D_{mn} ：代表本週期 TFT-LCD 面板製造廠商對於目的地 m 之交貨日期 n 對應之需求量(單位：棧板)。

C_{1Aim} ：代表本週期第 i 天晚上九點及之後由中正機場起飛之班機(或者晚上六點及之後由小港機場起飛之班機)第 $i+1$ 天可在顧客端目的地 m 清關完成之空運運輸成本(單位：元/棧板)，包含貨棧存貨成本。若當天沒有班次則該成本值為一極大值。

C_{2Aim} ：代表本週期第 i 天進倉，第 $i+1$ 天由中正機場起飛之班機(或者由小港機場起飛之班機)，第 $i+2$ 天可在顧客端目的地 m 清關完成之空運運輸成本(單位：元/棧板)，包含貨棧存貨成本。若當天沒有班次則該成本值為一極大值。

C_{MCim} ：代表本週期第 i 天進倉，目的地為 m 之四十呎貨櫃單位運輸成本(單位：元/四十呎櫃)，包含貨棧存貨成本與吊櫃成本。若當天沒有航次或者不是允許進倉之時間，則該成本值為一極大值。

T_{1Am} ：代表自本週期第 i 天於中正機場進倉(或者於小港機場進倉)，第 $i+1$ 天在顧客端目的地 m 清關完成之總時間(單位：天)。包含自工廠運送至中正機場，進倉、海關查驗、裝櫃、至起飛時間，起飛時間至抵達目的地 m ，卸貨、清關，以及顧客提貨等所有時間。由於進倉日期為 i 、抵達日期為 $i+1$ ，因此計算方式為抵達

日期減去進倉日期，共 1 天。

T_{2Am} ：代表自本週期第 i 天於中正機場進倉(或者於小港機場進倉)，第 $i+2$ 天在顧客端目的地 m 清關完成之總時間(單位：天)。包含自工廠運送至中正機場，進倉、海關查驗、裝艙、至起飛時間，起飛時間至抵達目的地 m ，卸貨、清關，以及顧客提貨等所有時間。由於進倉日期為 i 、抵達日期為 $i+2$ ，因此計算方式為抵達日期減去進倉日期，共 2 天。

T_{Mm} ：包含由高雄港進倉至開船，海運至目的地 m 之運輸時間，於目的地 m 進倉至顧客提貨之總時間(單位：天)。計算方式亦為抵達日期減去進倉日期。

ML ：代表一個四十呎海運貨櫃可裝載棧板之最大數量(單位：棧板)。

4.3.3 目標函數

目標函數為求解總成本最小化，使整個面板總製造成本、總存貨成本、不足存貨量成本、起始存貨成本(起始存貨量是上一週期第七天之存貨量，所以可視期初存貨成本為已知常數，已知常數並不會影響模式之求解；於案例演練中，起始存貨量之存貨成本並不會重複計算)以及總運輸成本最小化(運輸成本中已包含場租存貨成本與吊櫃成本)。

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{i=1}^{28} C_{Pi} X_{Pi} + \sum_{i=1}^{28} C_{Ii} X_{Ii} + C_Y Y_I + C_{I0} I_0 \\ & + \sum_{i=1}^{28} \sum_{m=1}^M (C_{1Aim} X_{1Aim} + C_{2Aim} X_{2Aim} + C_{MCim} X_{MCim}) \end{aligned}$$

4.3.4 限制式

限制式(1)為產能限制，代表第 i 天之製造量需大於或等於第 i 天產能的百分之五十、小於等於第 i 天的產能上限。

$$0.5 \times P_i \leq X_{Pi} \leq P_i \quad \forall i \quad (1)$$

限制式(2-1)為本週期第零天之存貨量，第零天之存貨量等於起始存貨量(I_0)與不足存貨量(Y_I)之總合。限制式(2-2)代表第 $i-1$ 天之存貨量與第 i 天之製造量減去第 i 天之出貨量等於第 i 天之存貨量。第 i 天之出貨量即是第 i 天之運輸量之總合，包含三者：①第 i 天進倉第 $i+1$ 天在目的地 m 清關完成之空運運輸量(X_{1Aim})之總量，②第 i 天進倉第 $i+2$ 天在目的地 m 清關完成之空運運輸量(X_{2Aim})之總量，以及③第 i 天進倉之海運運輸量(X_{Mim})之總量。

$$X_{I0} = I_0 + Y_I \quad (2-1)$$

$$X_{I(i-1)} + X_{Pi} - \sum_m X_{1Aim} - \sum_m X_{2Aim} - \sum_m X_{Mim} = X_{Ii} \quad \forall i \quad (2-2)$$

在顧客端進口報關時，貨物需暫存於貨棧，海運貨物在貨棧之存貨成本已包含於船公司報價之運費內，因此從儲存於顧客端貨棧的當天開始計算可在貨棧存貨七天，超過七天需另計其存貨成本，所以顧客在海運貨物到達的七日內取貨不須負擔額外存貨成本；使用空運運送之因素通常為海運運輸無法及時交貨，貨物在清關後會立刻被取走，視為沒有額外存貨成本。實務上，廠商的運輸量若供給兩個以上之顧客，而顧客無法同時提貨，與 TFT-LCD 廠商合作之當地承攬業者就需負責貨物清關以及提貨作業，且為下游顧客拆貨，若下游顧客暫時不取貨，顧客端承攬業者亦須負責貨物之保管與儲存。以下之限制式允許海運貨物有較交貨日期提早到達之緩衝時間。

限制式(3)是需求量之限制式。對於下游顧客而言，若 TFT-LCD 面板在交貨日期之後到達，該貨物對於顧客的價值極低，因此限制式限制貨物能夠提早到達而不能延遲到達。所以若欲前往目的地 m 之貨物在交貨日期 n 當日抵達，空運最快之班次需在交貨日期 n 扣除空運一般貨運輸時間與進倉時間(T_{1Am})的日期出貨，次之班次需在交貨日期 n 扣除空運一般貨運輸時間與進倉時間(T_{2Am})的日期

出貨，海運則需在交貨日期 n 扣除海運運輸時間與進倉時間(T_{Mm})的日期出貨。因此限制式(3)代表對於每一個目的地 m ，從本月的第一天至會在交貨日期 n 當天到達之空運運輸量累加，以及本月的第一天至會在交貨日期 n 當天到達之海運運輸量累加，加總應大於或等於目的地 m 從第八天至交貨日期 n 累加的需求量。由於交貨日期 k 為顧客允許最慢到達的日期，為了可以提早到達，該限制式以大於等於的符號連貫左式與右式。

$$\sum_{i=1}^{k-T_{1Aim}} X_{1Aim} + \sum_{i=1}^{k-T_{2Aim}} X_{2Aim} + \sum_{i=1}^{k-T_{Mm}} X_{Mim} \geq \sum_{n=2}^k D_{mn} \quad \forall m = \text{香港, 上海, 曼谷}; k = 2 \sim 35 \quad (3)$$

為了避免限制式(4)造成貨物過早到達，而造成顧客之額外存貨成本(包括貨物在顧客端機場或港口貨棧儲存時間超過貨棧之免費存放期，顧客仍未取貨造成貨棧之存貨成本，以及顧客取走貨物後、還未使用而必須存放於顧客工廠或倉庫之存貨成本)，所以每一個目的地 m ，從本週期的第一天至會在交貨日期 n 當天到達之空運運輸量之貨物數量累加，以及從本週期的第一天至會在交貨日期 n 當天到達之海運運輸量累加，兩者加總應小於或等於目的地 m 從第一天至交貨日期 n 之後四天累加的需求量。

$$\sum_{i=1}^{k-T_{1Aim}} X_{1Aim} + \sum_{i=1}^{k-T_{2Aim}} X_{2Aim} + \sum_{i=1}^{k-T_{Mm}} X_{Mim} \leq \sum_{n=2}^{k+4} D_{mn} \quad \forall m = \text{香港, 上海, 曼谷}; k = 2 \sim 35 \quad (4)$$

由於 TFT-LCD 面板產業之海運運輸是以貨櫃運輸，貨櫃分為四十呎貨櫃與二十呎貨櫃，四十呎貨櫃至多可裝 24 個棧板，二十呎貨櫃至多可裝 12 個棧板，以每棧板貨物比較四十呎貨櫃與二十呎貨櫃之運輸成本，使用四十呎貨櫃之貨物每棧板之單位運輸成本較使用二十呎貨櫃低廉，代表若廠商欲以海運運輸大量貨物將使用四十呎貨櫃，大部分貨物裝櫃後，如剩餘不足一櫃的貨物，剩餘之棧板數量若小於 24 個棧板且大於 13 個棧板，仍以四十呎貨櫃裝運，若剩餘之棧板數量小於 12 個棧板則以二十呎貨櫃裝運，因此，廠商出貨時，對於一個目的地 m 至多有一個二十呎貨櫃。限制式(5)中 ML 等於 24，該限制式可由第 i 天海運運輸量

(X_{Mim})求得第 i 天對於每個目的地 m 使用的四十呎貨櫃(X_{MCim})數量。模式求算出結果後，可藉由計算第 i 天四十呎貨櫃(X_{MCim})數量對第 i 天海運運輸量(X_{Mim})之餘數，求得第 i 天是否需使用二十呎貨櫃

$$ML \times X_{MCim} - X_{Mim} \geq 0 \quad \forall i, m \quad (5)$$

第五章 模式應用-案例驗證與敏感度分析

承上一章構建模式與初始之概念，本章首先於 5.1 節說明模式如何應用於案例以及模式應用之概念，第二節為根據實務上生產與運輸之限制與成本估計值做為案例之已知參數，第三節則是案例之操作說明與分析結果。

5.1 案例概念說明

實務上，雖然 TFT-LCD 廠商可於每月之月底獲得顧客下個月以及之後的約略需求量，顧客每個月之需求資訊仍常常變動。若 TFT-LCD 廠商根據顧客每日需求量之變動調整製造與運輸之規劃，該規劃可能成為為零星之需求量之運送指派，較不符合本研究欲以整體規劃之角度解決問題之用意，因此本研究以每週彙整需求量之方式做整體之規劃，每一週彙整一次需求量，每一週做一次生產與運輸之規劃，雖都以一週為單位，但本研究之模式亦能夠達到每日彙整一次顧客需求量與每日做一次生產與運輸規劃之方式。

在 TFT-LCD 廠商與顧客之合作關係中，雙方會得到最近三個月之供給量與需求量，對 TFT-LCD 廠商而言最近三個月的顧客需求量中僅有最近一個月的需求量將最接近最後實際之需求量，其他兩個月之需求量與最後實際之需求量往往有所出入，因此對於顧客需求量方面，考量的顧客需求時間長度為四週，相對地，廠商供給量方面，考量的製造與運輸時間長度亦為四週(請參考第四章圖 4.4)。本研究假設顧客告知的需求量為預估值，顧客需至上一週最後一日才能確定下一週最後之實際需求量；另一方面，由於廠商以海運運輸為主，由我國海運至香港需要五天，海運至上海需要六天，海運至曼谷需要七天，所以前七天作為廠商之前置期，廠商之製造與運輸時間較顧客需求提前一週。

圖 5.1 與圖 5.2 為案例之說明圖，於第 0 天晚上時得到顧客第 8 天至第 35 天之需求量，規劃第 1 天至第 28 天每日之製造量以及每日對於各個顧客端之海運運輸量以及空運運輸量。需特別說明的是，生產線不分週末假日，每一天至少維持百分之五十以上之產能，因此生產線於第 1 天至第 28 天共生產 28 天；但運輸方面有海關工作天與非工作天之限制，海關一週僅工作週一至週五，所以廠商僅能於週一至週五安排貨物出貨、報關、進倉與運輸，相對地顧客僅能於週一至

週五清關與提貨，因此第 1 天至第 28 天共出貨與運輸 20 天，第 8 天至第 35 天共 20 天有顧客需求量。雖然第 0 天時做第 1 天至第 28 天之規劃，本研究僅擷取第 1 天至第 7 天之結果，而第 7 天(第 7 天晚上)之存貨量將是下一次規劃(第 8 天至第 35 天，詳圖 5.2)之起始存貨量。

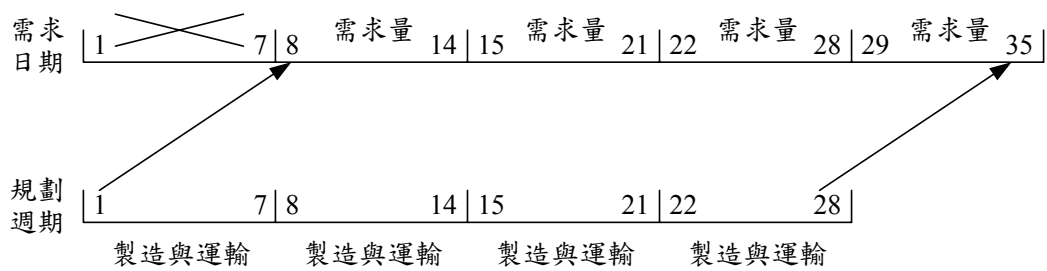


圖 5.1 案例說明圖(第 0 天晚上)

圖 5.2 為第 7 天晚上時，廠商將進行第 8 天至第 35 天(即第二次規劃)的運輸與製造規劃以滿足顧客第 9 天至第 42 天之需求量，而新的需求資訊可於第 7 天晚上獲得，該等新需求資訊包含兩種：(1)第 15 天至第 42 天顧客更新之需求量，其中第 15 天至第 35 天之需求量仍接近第 0 天(即第一次規劃)時獲得之第 15 天至第 35 天之需求量。(2)顧客臨時欲增加之需求量，即顧客欲於第 9 天至第 14 天期間獲得之需求量(由於空運運輸時間至少需一天，因此顧客不可能於第 8 天獲得所需貨物)。而第 0 天晚上新需求資訊所獲得之第 8 天至第 14 天之需求量，再加上第 7 天晚上新需求資訊所獲得之第 9 天至第 14 天的臨時增加之需求量，即是第 8 天至第 14 天最後實際之需求量。

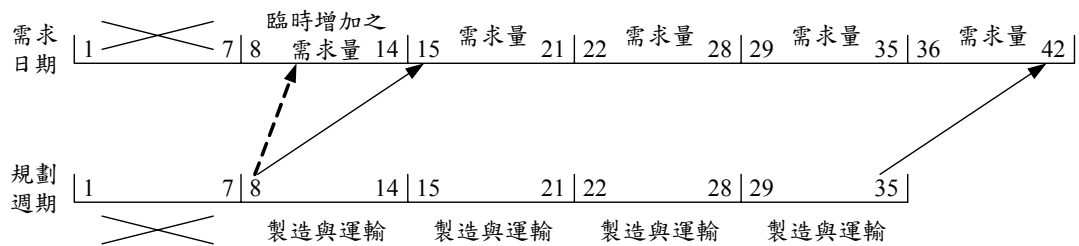


圖 5.2 案例說明圖(第 7 天晚上)

在需求之旺季，顧客往往會臨時增加需求量，而於需求之淡季，顧客則會臨時減少需求量，由於臨時減少需求量對於 TFT-LCD 廠商而言，代表已經送出之貨物已能夠滿足顧客之需求量，對應之做法即是將已經送出的貨物分配給所需之顧客，並根據臨時減少的需求量以及送出但未分配的數量，推估下一次出貨的數

量及時間；相反地，臨時增加需求量對於 TFT-LCD 廠商而言，代表已經送出之貨物不能滿足顧客之需求量，就數量方面與時間方面皆有較高的急迫性，因此，本研究之案例特別針對顧客臨時增加需求量之情形加以討論。

廠商是否依照顧客臨時於第 7 天晚上加訂之第 9 天至第 14 天之需求量而予以補送面板(圖 5.2 虛線箭頭部份)，與廠商第 0 天規劃之結果(圖 5.1)有關。由於廠商對於某顧客端第 1 天至第 7 天之總出貨數量有可能大於某顧客端第 8 天至第 14 天之總需求量，但第 1 天至第 7 天出貨之貨物可能分批到達，因此，若該顧客端欲臨時增加需求量，需考慮欲獲得臨時增加貨物數量之日期，若該日期當天以及之前(第 8 天至欲獲得臨時增加貨物數量之日期)到達顧客端之貨物數量大於顧客之累加需求量(最後實際需求量)，則廠商不需補送貨物。反之，若該日期當天以及之前到達顧客端之貨物數量小於顧客之累加需求量，廠商則須視不足之數量多寡以空運運輸補送。因此，每一週都將依照該週與始前一晚所獲得之新需求量資訊與上一規劃週期之運輸規劃結果，決定本週需臨時以空運補送之貨物數量；但上一週出貨之數量若扣除本週顧客臨時增加之貨物數量仍有剩餘，剩餘之數量則可提供給本週翌日或之後一至四日之需求量(請參考第四章 3.4 節之限制式 4)。

依照上述之做法重複五次，每週最後一晚做一次規劃，於第 0 天晚上獲得第 8 天至第 35 天之需求量資訊(預估之需求量)，可視第 0 天晚上為第一次規劃，規劃週期由第 1 天至第 28 天(所擬滿足的需求量為第 8 天至 35 天之需求量)；第 7 天晚上獲得第 9 天至第 42 天之需求量資訊，可視第 7 天晚上為第二次規劃，規劃週期由第 8 天至第 35 天(所擬滿足的需求量為第 9 天至 42 天之需求量)；以此類推，每次規劃結果之前七天將是下一次規劃之輸入參數與參考，每次規劃結果僅取前七天部分加以最後彙整分析，共可獲得連續三十五天製造與運輸規劃的結果(請參考圖 5.3)。最後實際之需求量即是預估之需求量與臨時增加之需求量之加總，如圖 5.3 第 8 天至第 14 天之最後實際需求量，即是第 0 天晚上獲得之第 8 天至第 14 天之預估需求量，與第 7 天晚上獲得之第 9 天至第 14 天之臨時增加需求量之加總。以模式之角度而言，第一規劃週期、第二規劃週期…至第五規劃週期執行與操縱方式是相同而重複的，但對於廠商而言，其對應之時間點是不相同的；譬如第一規劃週期的第 7 天與第二規劃週期的第 7 天對於模式而言是相同的時間點，但對於廠商而言，第一個規劃週期的第 7 天是整個連續 35 天製造與運

輸規劃週期中的第 7 天；而第二規劃週期的第 7 天則是整個連續三十五天製造與運輸規劃週期中的第 14 天。

5.2 相關參數與限制

本節介紹與模式案例相關之已知參數、製造限制以及運輸環境限制，表 5.1 為相關參數與估計值表，單位製造成本為參考廠商之市場報價之估計值，單位存貨成本為參考大榮貨運之自動倉儲系統存貨一個棧板報價之估計值。

模式中求解得到的不足存貨量(C_Y)對應之單位成本為單位製造成本之 1.5 倍，其意義為 TFT-LCD 廠商無法及時製造時，需要向其他廠商購買產品之成本。

海運單位運輸成本與空運單位運輸成本參考承攬業者提供之報價，海運貨櫃成本包含吊櫃成本，單位運輸成本皆包含貨棧存貨成本，若當天沒有航次或者不是允許進倉之時間，則該單位運輸成本值為一極大值，藉以區分當天有無班次。

表 5.1 相關參數與估計值表

參數	意義	估計值	單位
C_{pi}	單位製造成本	3600	佰元/棧板
C_{li}	每日單位存貨成本	2	佰元/棧板
C_Y	不足存貨量單位成本	5400	佰元/棧板
P_i	工廠之產能上限	266	棧板
$C_{1Ai \text{ 香港}}$	本週期第 i 天晚上九點至第 $i+1$ 天早上八點由中正機場起飛之班機(或者晚上六點至第 $i+1$ 天早上八點由小港機場起飛之班機)第 $i+1$ 天可在香港清關完成之空運運輸成本	59	佰元/棧板
$C_{2Ai \text{ 香港}}$	本週期第 $i+1$ 天早上八點至第 $i+1$ 天晚上九點由中正機場起飛之班機(或者第 $i+1$ 天早上八點至晚上六點由小港機場起飛之班機)第 $i+2$ 天可在香港清關完成之空運運輸成本	59	佰元/棧板
$C_{1Ai \text{ 上海}}$	承 $C_{1Ai \text{ 香港}}$ 所述之起飛時間已抵達香港機場，並且於本週期第 $i+1$ 天凌晨一點至第 $i+1$ 天早上八點由香港機場起飛之班機第 $i+1$ 天可在上海清關完成之空運運輸成本	140/65 (案例一與二/ 案例三)	佰元/棧板
$C_{2Ai \text{ 上海}}$	承 $C_{2Ai \text{ 香港}}$ 所述之起飛時間已抵達香港機場，本週期第 $i+1$ 天早上八點至第 $i+2$ 天凌晨一點由香港機場起飛之班機第 $i+2$ 天可在上海清關完成之空運運輸成本	140	佰元/棧板

表 5.1 相關參數與估計值表(續)

參數	意義	估計值	單位
C_{1Ai} 曼谷	本週期第 i 天晚上九點至第 $i+1$ 天七點由中正機場起飛之班機(或者第 i 天晚上六點至第 $i+1$ 天早上七點由小港機場起飛之班機), 第 $i+1$ 天可在曼谷清關完成之空運運輸成本	71	佰元/棧板
C_{2Ai} 曼谷	本週期第 $i+1$ 天早上七點至第 $i+1$ 天晚上九點由中正機場起飛之班機(或者第 $i+1$ 天早上七點至晚上六點由小港機場起飛之班機) 第 $i+2$ 天可在曼谷清關完成之空運運輸成本	71	佰元/棧板
C_{MCi} 香港	本週期第 i 天進倉, 目的地為香港之四十呎貨櫃單位運輸成本	140 ¹⁶	佰元/四十呎櫃
C_{MCi} 上海	本週期第 i 天進倉, 目的地為上海之四十呎貨櫃單位運輸成本	170 ¹⁷	佰元/四十呎櫃
C_{MCi} 曼谷	本週期第 i 天進倉, 目的地為曼谷之四十呎貨櫃單位運輸成本	200 ¹⁸	佰元/四十呎櫃
T_{1A} 香港	本週期第 i 天晚上九點至第 $i+1$ 天早上八點由中正機場起飛之班機(或者晚上六點至第 $i+1$ 天早上八點由小港機場起飛之班機) 第 $i+1$ 天可在香港清關完成之總時間	1	日
T_{2A} 香港	本週期第 $i+1$ 天早上八點至第 $i+1$ 天晚上九點由中正機場起飛之班機(或者第 $i+1$ 天早上八點至晚上六點由小港機場起飛之班機) 第 $i+2$ 天可在香港清關完成之總時間	2	日
T_{1A} 上海	本週期第 i 天下午兩點進倉中正機場, 晚上九點至第 $i+1$ 天早上八點由中正機場起飛之班機(或者上午十一點進倉小港機場, 晚上六點至第 $i+1$ 天早上八點二十分由小港機場起飛之班機) 第 $i+1$ 天可在上海清關完成之總時間	1	日

¹⁶ 平均一個棧板運輸成本約為 583 元/棧板。

¹⁷ 平均一個棧板運輸成本約為 708 元/棧板。

¹⁸ 平均一個棧板運輸成本約為 833 元/棧板。

表 5.1 相關參數與估計值表(續)

參數	意義	估計值	單位
$T_{2A\text{上海}}$	本週期第 i 天下午兩點進倉中正機場，第 $i+1$ 天早上八點至第 $i+1$ 天晚上九點由中正機場起飛之班機(或者第 i 天上午十一點進倉小港機場，第 $i+1$ 天早上八點二十分至晚上六點由小港機場起飛之班機)第 $i+2$ 天可在上海清關完成之總時間	2	日
$T_{1A\text{曼谷}}$	本週期第 i 天晚上九點至第 $i+1$ 天七點由中正機場起飛之班機(或者第 i 天晚上六點至第 $i+1$ 天早上七點由小港機場起飛之班機)，第 $i+1$ 天可在曼谷清關完成之總時間	1	日
$T_{2A\text{曼谷}}$	本週期第 i 天下午兩點進倉中正機場，第 $i+1$ 天早上七點至第 $i+1$ 天晚上九點由中正機場起飛之班機(或者第 $i+1$ 天早上七點至晚上六點由小港機場起飛之班機)，第 $i+2$ 天可在曼谷清關完成之總時間	2	日
$T_{M\text{香港}}$	包含由高雄港進倉至開船，海運至香港之運輸時間，於香港進倉至顧客提貨之總時間	5	日
$T_{M\text{上海}}$	包含由高雄港進倉至開船，海運至上海之運輸時間，於上海進倉至顧客提貨之總時間	6	日
$T_{M\text{曼谷}}$	包含由高雄港進倉至開船，海運至曼谷之運輸時間，於曼谷進倉至顧客提貨之總時間	7	日
ML	一個四十呎海運貨櫃可裝載之棧板最大容量	24	棧板

5.3 案例一(顧客最後實際需求量與預估之需求量相差 10%)

5.3.1 案例一之操作說明

根據 TFT-LCD 廠商相關人員口述提供之顧客需求資料，通常一個月之第一週總需求量與第二週總需求量很接近，第一週之總需求量與第二週之總需求量皆為一個月中之最少單週總需求量，第三週總需求量通常為第一週總需求量之兩倍，第四週總需求量則通常為第一週總需求量之六倍；得到顧客一個月每一週總需求量之概貌後，由於缺乏顧客交貨時間之資料，本研究假設每個顧客端每一週的週一至週五皆有需求量，以微軟套裝軟體 Microsoft Excel 之亂數產生器依循常態分配亂數產生顧客每一週之總需求量，產生之數值經四捨五入求得整數，再將該整數數值平均分配於週一至週五，而為求運送單位為整數，一週內週一至週五五天之需求量可能差一個單位，這主要是因為四捨五入且這五天需求量之加總仍應等於亂數產生器產生之整週需求值的關係。

圖 5.4 即是上述之操作說明，以平均值為 250、標準差為 13 作為參數投入亂數產生器，產生之數值為 210.700806695967，四捨五入求得整數 211，再將 211 分配於週一至週五，得到之需求量依序為 42，42，42，42 及 43。

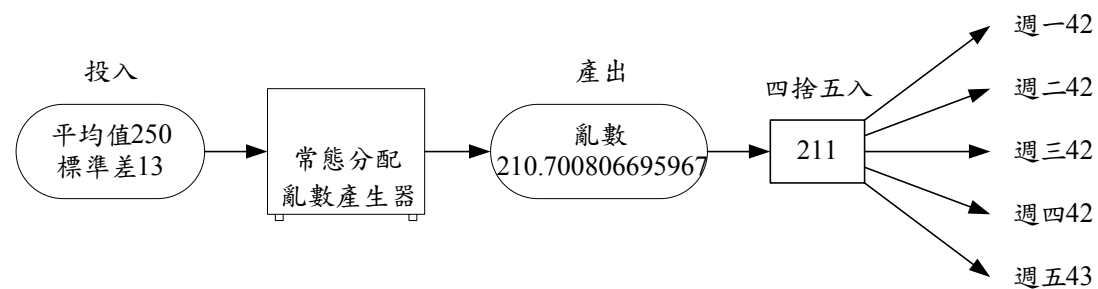


圖 5.4 常態分配亂數產生器之數值操作說明(一週總需求量)

各顧客端每一週總需求量依循常態分配之平均值與標準差請參考表 5.2，欄位內數值代表一週總需求量之「平均值/標準差」，第 1 天至第 7 天為廠商前置期，無需求量；以底線加註者代表臨時增加之需求量，一週臨時增加之總需求量平均值為原先該週預訂之總需求量平均值之百分之十，一週臨時增加之總需求量平均值將依照圖 5.4 之相同機制，將亂數分配於週二至週五(詳見圖 5.5 及之後之說明)。

表 5.2 各顧客端每週總需求量之平均值與標準差－案例一

香港	1~7	8~14	15~21	22~28	29~35	36~42	43~49	50~56	57~63
第一週	x	250/13	250/13	500/16	1500/25				
第二週		<u>25/4</u>	250/13	500/16	1500/25	250/13			
第三週			<u>25/4</u>	500/16	1500/25	250/13	250/13		
第四週				<u>50/7</u>	1500/25	250/13	250/13	500/16	
第五週					<u>150/10</u>	250/13	250/13	500/16	1500/25
上海	1~7	8~14	15~21	22~28	29~35	36~42	43~49	50~56	57~63
第一週	x	240/12	240/12	480/15	1440/22				
第二週		<u>24/3</u>	240/12	480/15	1440/22	240/12			
第三週			<u>24/3</u>	480/15	1440/22	240/12	240/12		
第四週				<u>48/6</u>	1440/22	240/12	240/12	480/15	
第五週					<u>144/9</u>	240/12	240/12	480/15	1440/22
曼谷	1~7	8~14	15~21	22~28	29~35	36~42	43~49	50~56	57~63
第一週	x	200/11	200/11	400/14	1200/20				
第二週		<u>20/2</u>	200/11	400/14	1200/20	200/11			
第三週			<u>20/2</u>	400/14	1200/20	200/11	200/11		
第四週				<u>40/5</u>	1200/20	200/11	200/11	400/14	
第五週					<u>120/8</u>	200/11	200/11	400/14	1200/20

註：表格中數值代表「平均值/標準差」，以底線加註者代表臨時增加之需求量

而為了比較相同平均值與標準差亂數產生的需求量，對於案例一以表 5.2 之平均值與標準差產生如同表 5.2 之數值十組，每一組有七十二個數值，共 720 個數值，案例分析之部分即可根據這十組相同平均值與標準差之需求量得到相對需要之製造與運輸規劃。

每一顧客端每一週之臨時增加總需求量同樣依循常態分配如表 5.2 產生數值，以常態分配產生一數值 30.5985037761274(請參考圖 5.5)，四捨五入取整數 31，做為該週之臨時增加總需求量；並且依循二項分配，以 p 值 0.5、實驗的次數 10 做為投入參數，另外產生四個數值 5、4、4、3，以整數 31 分別乘與四個數值(5、4、4、3)再除以四個數值之總合(16)，求得週二至週五之每日臨時增加之需求量。

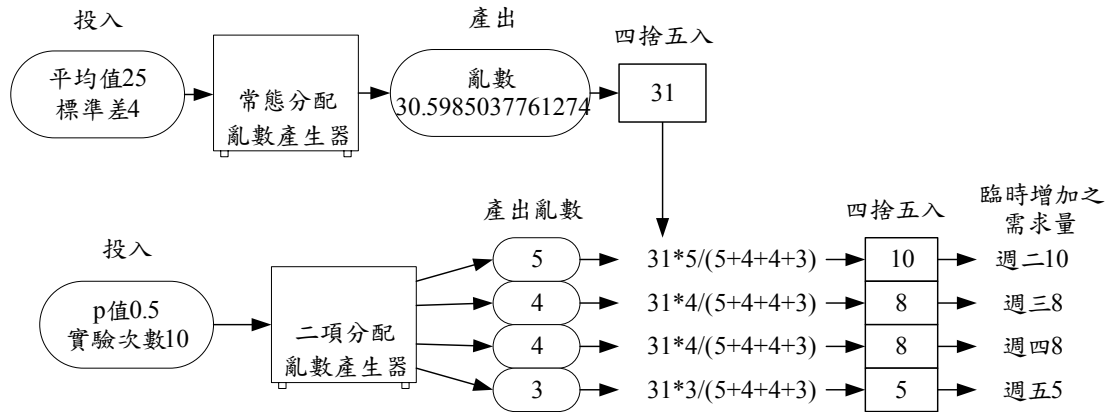


圖 5.5 二項分配亂數產生器之數值操作說明(每一天之臨時增加需求量)

5.3.2 案例一之結果

由於案例產生 10 組不同需求量之資料，該 10 組資料分別以案例一之 1 至案例一之 10 代表，其詳細需求量與求解結果請參考附錄表 1 至附錄表 10，其他已知輸入參數則請參考 5.2 節中之表 5.1，表 5.3 則顯示案例一之 1 至案例一之 10 之彙總分析結果。

求解結果中，各數項之意義與計算方式如下述：

1. 製造量：總製造量代表第 1 天至第 35 天為了第 8 天至第 35 天之顧客需求量而製造之每日製造量之總合；平均每日製造量代表總製造量除以 35 天；製造量達到上限之天數代表第 1 天至第 35 天中製造量為 266 個棧板之天數；總製造成本代表總製造量乘上單位製造成本。
2. 出貨量：總出貨量代表第 1 天至第 35 天每日出貨量之總合；惟由於週六週日不出貨，因此平均每日出貨量代表總出貨量除以 25 天。
3. 存貨量：平均每日存貨量為第 1 天至第 35 天每日存貨量之總合除以 35 天；總存貨成本為 35 天乘以平均每日存貨量再乘以存貨之單位成本(單位存貨成本為 200 元/棧板)；存貨量最大值代表第 1 天至第 35 天中存貨量最高之數值。
4. 不足存貨量：不足存貨量為模式求解之過程中，模式結果顯示存貨量不足之數量；不足存貨量成本為不足存貨量乘以不足存貨量之單位成本(不足存貨量之單位成本為 540000 元/棧板)。

5. 需求量：最後實際總需求量代表該顧客地區第 8 天至第 35 天實際需要的需求量，包含一週前預先告知的需求量和該週才告知欲臨時增加之需求量；總需求量為第 8 天至第 35 天三個顧客地區實際需要的需求量總合；臨時增加需求量代表顧客該週臨時增加之需求量。
6. 空運量：空運量($i+1$)代表廠商當天出貨、顧客翌日收到貨物的空運量；空運量($i+2$)代表廠商當天出貨、顧客後天收到貨物的空運量；總空運量代表使用空運運輸的棧板運輸量，包含空運量($i+1$)與空運量($i+2$)。
7. 海運量：海運量代表以海運運輸的棧板數量；貨櫃數量代表以海運運輸的貨櫃運輸數量(一個貨櫃不一定裝滿 24 個棧板)。
8. 海運使用比率：某顧客地區海運使用比率代表第 1 天至第 35 天使用海運運送至該顧客地區之運輸量總量除以第 1 天至第 35 天運往該顧客地區之總運輸量。
9. 運輸時間：平均運輸時間代表相對於每一個顧客地區使用不同運具之運輸量乘以該運具之運輸時間，其第 1 天至第 35 天之總合再除以該顧客端之總運輸量。
10. 運輸成本：某顧客地區空運成本代表該顧客地區第 1 天至第 35 天之總空運運輸成本；某顧客地區海運成本代表該顧客地區第 1 天至第 35 天之總海運運輸成本；某顧客地區平均運輸成本代表該目的地第 1 天至第 35 天之總空運運輸成本加上第 1 天至第 35 天之總海運運輸成本，再除以該顧客地區第 1 天至第 35 天之總運輸量；總運輸成本代表三個顧客地區第 1 天至第 35 天之海運成本與空運成本之總合；平均運輸成本代表三個顧客地區第 1 天至第 35 天之空運成本與海運成本之總合除以第 1 天至第 35 天總運輸量。
11. 總成本：總成本為總運輸成本、不足存貨量成本、總存貨成本與總製造成本之總合。
12. 平均成本：平均成本代表每一棧板之平均成本，為總成本除以總出貨量。

由表 5.3 可觀察案例一之 1 至案例一之 10 之總需求量最大之案例為案例一之 3，其總需求量為 7718 個棧板，總需求量最小之案例為案例一之 1，其總需求為 7393 個棧板。相對地，由於案例一之 3 之總需求量為案例一之 1 至案例一之 10 之最大，案例一之 3 之總製造量與總出貨量亦為案例一之 1 至案例一之 10 中之最大；由於案例一之 1 之總需求量為案例一之 1 至案例一之 10 之最小，案例一之 1 之總製造量與總出貨量亦為案例一之 1 至案例一之 10 中之最小。

表 5.3 案例一之 1 至案例一之 10 之彙總表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
總製造量 [□]	7393	7489	7718	7496	7632	7510	7608	7576	7538	7517	7547.7
總出貨量 [□]	7393	7545	7718	7496	7632	7510	7608	7580	7576	7517	7557.5
平均每日生產量 [□]	211.23	213.97	220.51	214.17	218.06	214.57	217.37	216.46	215.37	214.77	215.6
平均每日存貨量 [□]	554.43	632.26	633.63	611.46	618.66	635.29	604.09	639.77	656.46	616.74	620.3
平均每日出貨量 [□]	295.72	301.80	308.72	299.84	305.28	300.40	304.32	303.20	303.04	300.68	302.3
不足存貨量 [□]	0	56	0	0	0	0	0	4	38	0	9.8
製造量達上限之天數 [#]	22	22	23	21	22	21	23	24	21	21	22
35 天中存貨量最大值 [□]	1753	1811	1951	1831	1838	1904	1848	1915	1896	1816	1856.3
總需求量 [□]	7393	7545	7718	7496	7607	7494	7608	7574	7556	7508	7549.9
實際總需求量-香港 [□]	2665	2764	2700	2707	2780	2692	2819	2773	2721	2708	2732.9
空運量(i+1)-香港 [□]	721	657	656	800	622	808	656	503	682	468	657.3
空運量(i+2)-香港 [□]	133	266	285	62	266	0	220	413	227	344	221.6
海運量-香港 [□]	1811	1841	1759	1845	1892	1884	1943	1857	1812	1896	1854.0
貨櫃數量-香港 [°]	77	78	75	78	80	80	84	79	77	81	78.9
總空運量-香港 [□]	854	923	941	862	888	808	876	916	909	812	878.9
臨時增加需求量-香港 [□]	307	266	240	242	277	252	237	274	237	254	258.6
實際總需求量-上海 [□]	2554	2610	2680	2602	2638	2611	2591	2626	2610	2643	2616.5
空運量(i+1)-上海 [□]	127	133	153	125	145	0	147	157	0	136	112.3
空運量(i+2)-上海 [□]	0	12	0	0	0	129	0	0	140	0	28.1
海運量-上海 [□]	2427	2465	2527	2477	2493	2482	2444	2469	2470	2507	2476.1
貨櫃數量-上海 [°]	102	105	107	104	105	105	103	105	104	106	104.6
總空運量-上海 [□]	127	145	153	125	145	129	147	157	140	136	140.4
臨時增加需求量-上海 [□]	186	246	250	224	253	251	244	244	226	233	235.7
實際總需求量-曼谷 [□]	2174	2171	2338	2187	2189	2191	2198	2175	2225	2157	2200.5
空運量(i+1)-曼谷 [□]	80	116	236	85	126	90	122	125	171	114	126.5
空運量(i+2)-曼谷 [□]	60	38	40	76	27	88	41	22	54	29	47.5
海運量-曼谷 [□]	2034	2017	2062	2026	2061	2029	2035	2034	2020	2023	2034.1
貨櫃數量-曼谷 [°]	86	85	88	85	86	85	86	87	85	86	85.9
總空運量-曼谷 [□]	140	154	276	161	153	178	163	147	225	143	174.0
臨時增加需求量-曼谷 [□]	158	190	202	203	185	202	186	200	219	192	193.7
總海運量-三地加總 [□]	6272	6323	6348	6348	6446	6395	6422	6360	6302	6426	6364.2
總空運量-三地加總 [□]	1121	1222	1370	1148	1186	1115	1186	1220	1274	1091	1193.3
平均運輸時間-香港 [#]	3.77	3.76	3.71	3.75	3.82	3.80	3.84	3.83	3.75	3.93	3.8
平均運輸時間-上海 [#]	4.80	4.78	4.77	4.81	4.78	4.85	4.77	4.76	4.84	4.79	4.8
平均運輸時間-曼谷 [#]	4.77	4.73	4.54	4.74	4.74	4.72	4.72	4.74	4.62	4.75	4.7
海運使用比率-香港 [%]	67.95	66.61	65.15	68.16	68.06	69.99	68.93	66.97	66.59	70.01	67.8
海運使用比率-上海 [%]	95.03	94.44	94.29	95.20	94.50	95.06	94.33	94.02	94.64	94.85	94.6
海運使用比率-曼谷 [%]	93.56	92.91	88.20	92.64	93.09	91.93	92.58	93.26	89.98	93.40	92.2
空運成本-香港 ^{\$}	50386	54457	55519	50858	52392	47672	51684	54044	53631	47908	51855.1
海運成本-香港 ^{\$}	10780	10920	10500	10920	11200	11200	11760	11060	10780	11340	11046.0
平均運輸成本-香港 ^{\$}	22.95	23.65	24.45	22.82	22.87	21.87	22.51	23.48	23.67	21.88	23.0
空運成本-上海 ^{\$}	17780	20300	21420	17500	20300	18060	20580	21980	19600	19040	19656.0
海運成本-上海 ^{\$}	17340	17850	18190	17680	17850	17850	17510	17850	17680	18020	17782.0
平均運輸成本-上海 ^{\$}	13.75	14.62	14.78	13.52	14.46	13.75	14.70	15.17	14.28	14.02	14.3
空運成本-曼谷 ^{\$}	9940	10934	19596	11431	10863	12638	11573	10437	15975	10153	12354.0
海運成本-曼谷 ^{\$}	17200	17000	17600	17000	17200	17000	17200	17400	17000	17200	17180.0
平均運輸成本-曼谷 ^{\$}	12.48	12.87	15.91	13.00	12.68	13.43	13.09	12.76	14.69	12.63	13.4
總運輸成本 ^{\$}	123426	131461	142825	125389	129805	124420	130307	132771	134666	123661	129873.
平均運輸成本 ^{\$}	16.69	17.42	18.51	16.73	17.01	16.57	17.13	17.52	17.78	16.45	17.2
不足存貨量成本 ^{\$}	0	302400	0	0	0	0	0	21600	205200	0	52920.0
總存貨成本 ^{\$}	38810	44258	44354	42802	43306	44470	42286	44784	45952	43172	43419.4
總製造成本 ^{\$\$}	266148	2696040	277848	269856	274752	270360	273888	2727360	2713680	270612	2717172
總成本 ^{\$\$\$}	267770	2743851	279720	271538	276483	27205	275614	2747275	2752261	272280	2739793
平均成本 ^{\$}	3621.94	3636.65	3624.25	3622.44	3622.68	3622.49	3622.69	3624.37	3632.87	3622.19	3625.26

(□：單位為棧板，#：單位為日，%：單位為百分比，\$：單位為新台幣百元，\$\$：單位為新台幣萬元，°：單位為貨櫃)

5.3.2.1 製造、存貨與出貨方面之結果分析

1. 相似之需求量分布使製造量與存貨量之型態相似

圖 5.6 為案例一之 1 與案例一之 3 之製造量與存貨量之比較圖，雖然案例一之 1 與案例一之 3 分別代表案例一中總需求量最小與總需求量最大，但其製造量與存貨量有相似之趨勢：其製造量都明顯集中於第 18 天至第 26 天時達到製造上限；存貨量皆自第 1 天漸增，第 14 天為存貨量之高峰，案例一之 3 第 14 天之存貨量為 1951 個棧板，案例一之 1 第 14 天之存貨量為 1753 個棧板；第 21 天至第 22 天之存貨量驟減幅度最大，案例一之 3 第 21 天與第 22 天之存貨量分別為 1476 個棧板與 5 個棧板，案例一之 1 第 21 天與第 22 天之存貨量分別為 1503 個棧板與 29 個棧板。

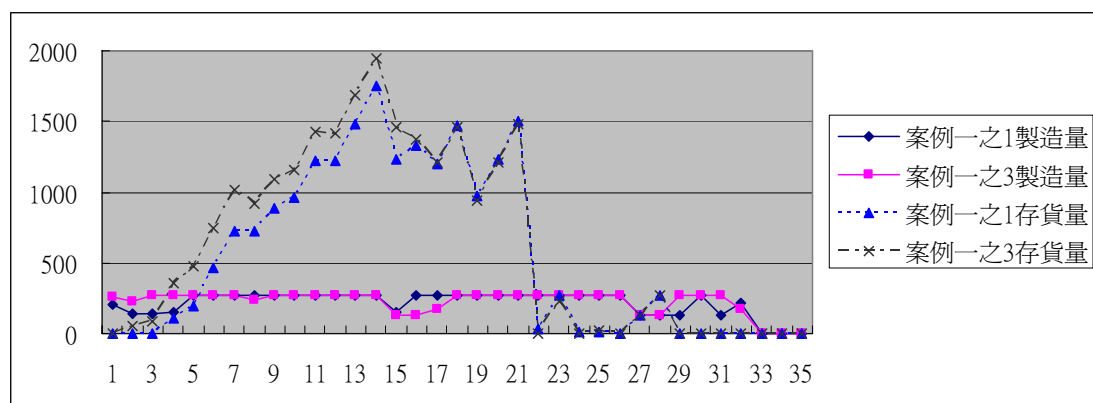


圖 5.6 案例一之 1 與案例一之 3 之製造量與存貨量之比較圖

案例一之 3 之總製造量大於案例一之 1 之總製造量能夠於圖 5.6 中觀察到，於第 1 天至第 4 天、第 29 天至第 31 天時，案例一之 3 之製造量高於案例一之 1 之製造量；由於製造量之關係，相對地案例一之 3 之存貨量略高於案例一之 1 之存貨量，第 1 天至第 17 天時，案例一之 3 之存貨量高於案例一之 1 之存貨量。

2. 相似之需求量分布使出貨量之型態相似

圖 5.7 為案例一之 1 與案例一之 3 之出貨量與總需求量之比較圖，由於週六週日非海關之工作天，週六週日對於 TFT-LCD 廠商為非出貨日，對於顧客亦無法取貨，因此圖中週六週日(如第 6 天、第 7 天、第 13 天、第 14 天)皆無出貨量

與需求量。雖然案例一之 1 與案例一之 3 之總需求量相差 325 個棧板，但由圖 5.7 可觀察兩者之需求量之分布相當接近，所以案例一之 1 與案例一之 3 之出貨量之趨勢亦多雷同。

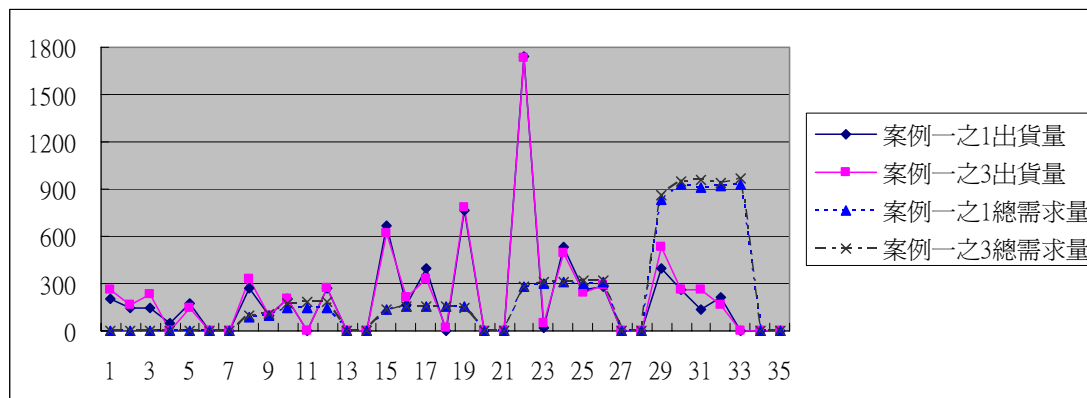


圖 5.7 案例一之 1 與案例一之 3 之出貨量與總需求量之比較圖

3. 部分結果產生總出貨量大於總需求量之情形

表 5.4 呈現案例一之總出貨量與總需求量不相同之情形，顯示某些時候案例一之總出貨量大於總需求量，這表示有某些顧客地區收到的貨物總量大於該地區所需之總需求量。收到的貨物總量大於該地區之總需求量地區為曼谷地區，曼谷地區之海運運輸班次為一週兩班，海運運輸時間需七天，因此臨時增加需求量產生時，海運班次送達之海運貨物並不能滿足每一天臨時增加之需求量，需以空運運送；這也代表每一天曼谷地區之需求量都能夠被滿足，但海運運輸之貨物僅於週三與週五抵達，週二與週四之臨時增加需求量必須以空運運輸運送，海運運輸之貨物於稍後抵達時，造成抵達該地區之總運輸量大於總需求量。但由於本案例僅演練五週，若演練時間較長(如連續演練一百週)，可能總出貨量與總需求量之發生機會或數量會減少。

表 5.4 案例一之總出貨量與總需求量比較表(單位：棧板)

案例一之	總出貨量	總需求量	差值
1	7393	7393	0
2	7545	7545	0
3	7718	7718	0
4	7496	7496	0
5	7632	7607	25
6	7510	7494	16
7	7608	7608	0
8	7580	7574	6
9	7576	7556	20
10	7517	7508	9
小計	75575	75499	76

5.3.2.2 不足存貨量之結果分析

- 第一天產生之不足存貨量與第一次規劃時預估之顧客需求量過高有關

案例一之 1 至案例一之 10 中不足存貨量最大為案例一之 2，其不足存貨量為 56 個棧板(其次為案例一之 9 不足存貨量為 38 個棧板，案例一之 8 不足存貨量為 4 個棧板)。圖 5.8 為案例一之 2 之製造量與存貨量總合以及出貨量圖，數線一代表製造量與存貨量之總合，亦代表當天能夠出貨之貨物數量，數線二代表出貨量，亦代表當天出貨之貨物數量。由圖 5.11 中可觀察到第 1 天製造量與存貨量之總合為 266 個棧板，但出貨量為 322 個棧板，代表模式求得之結果不足存貨量 56 個棧板；第 22 天時，製造量與存貨量之總合等於出貨量，皆為 1822 個棧板，顯示製造量與存貨量之總合自第 1 天至第 22 天漸漸累積與增加，於第 22 天大量出貨以滿足稍後顧客需求量之高峰，這顯示為因應未來顧客需求量之高峰，必須自第 1 天開始累積存貨量。

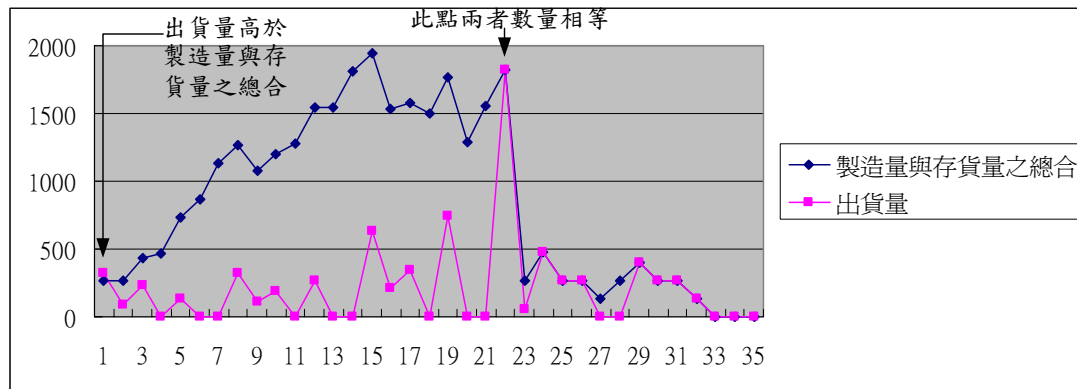


圖 5.8 案例一之 2 製造量與存貨量以及出貨量圖

若於第一天產生不足存貨量，代表該週期之總需求量大於總產能，不足存貨量即是必須供給顧客之出貨量(如圖 5.8 之出貨量)與實際能夠供給之數量之差額(如圖 5.8 之製造量與存貨量之總合)。由於每週規劃一次，每次僅擷取七天之結果，因此案例一之 2、案例一之 8、案例一之 9 第 1 天至第 7 天每日之製造量皆呈現達到上限之情形(請參考附錄表 2、表 8、表 9 之詳述結果)。

本研究設計之顧客需求量有明顯之尖峰情形，前三週(第 8 天至第 28 天)之顧客需求量較少，最後一週(第 29 天至第 35 天)之顧客需求量佔總需求量超過五成，因此可視最後一週(第 29 天至第 35 天)之顧客需求量為左右該週期總需求量是否大於該週期總產能之關鍵。顧客需求量每一週都在變動，因此第一次規劃獲得之預估需求量與最後實際之需求量可能有所出入，案例一之 2、案例一之 8、案例一之 9 於第一次規劃時產生不足存貨量，但至後續幾次規劃時則沒有產生不足存貨量(如圖 5.8，第 2 天後製造量與存貨量之總合皆大於或等於出貨量)，顯示案例一之 2、案例一之 8、案例一之 9 產生不足存貨量之原因應是第一次規劃時預估之顧客需求量過高。

5.3.2.3 運輸方面之結果分析

1. 第 27 天之前以海運運輸為主，第 29 天之後空運運輸增加

由圖 5.7 可觀察第 22 天時為案例一之 1 與案例一之 3 之出貨量最大時，第 22 天時案例一之 1 之出貨量為 1740 個棧板，第 22 天時案例一之 3 之出貨量為 1737 個棧板。由於出貨量包含以空運與海運運送貨物至三個不同之顧客地

區，所以舉例總需求量最大之案例一之 3 之三個顧客地區之需求量、空運量與海運量為參考。

圖 5.9 為案例一之 3 香港地區之需求量、空運量與海運量圖，由於部分空運量甚小，為求表達清楚明瞭，圖中省略部分空運量與海運量為 0 之數線。第一週與第二週以海運運輸出貨三次，第三週以海運運輸出貨四次，第四週以海運運輸出貨一次，每一週海運量之總合都大於前一週海運量之總合。第 8 天、第 15 天、第 22 天都有少量之空運運輸以滿足香港地區顧客之臨時增加需求量，惟第五週之顧客臨時增加需求量較多，因此第 29 天至第 32 天以較大之空運量運送貨物。

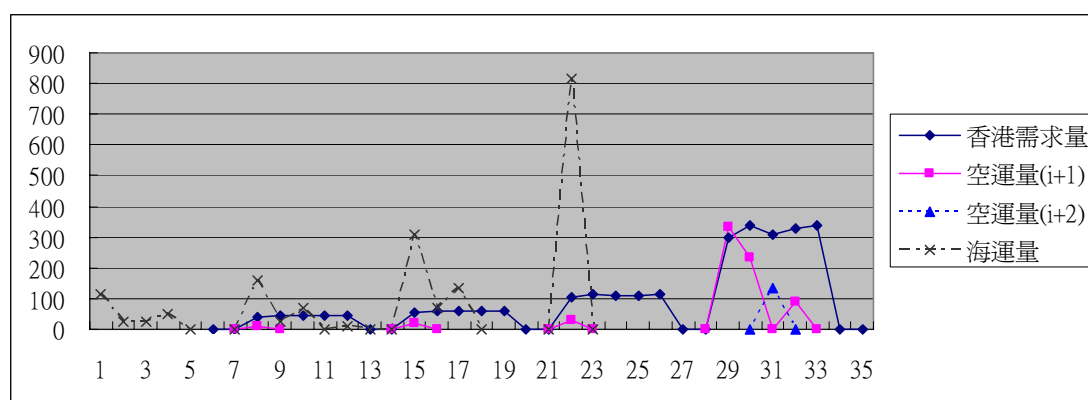


圖 5.9 案例一之 3 香港地區之需求量、空運量與海運量圖

2. 上海地區以海運運輸為大多數，空運運輸較少

圖 5.10 為案例一之 3 上海地區之需求量、空運量與海運量圖，為求表達清楚明瞭，圖中省略部分空運量與海運量為 0 之數線。第一週至第四週皆以海運運輸出貨三次，每一週海運量之總合都大於前一週海運量之總合。相較於圖 5.9 香港地區之需求量、空運量與海運量圖，圖 5.10 可觀察到上海地區之海運量明顯大於香港地區之海運量，上海地區之空運量少於香港地區之空運量，圖 5.10 顯示第 32 天以 153 個棧板空運運輸滿足上海地區顧客之臨時增加需求量。

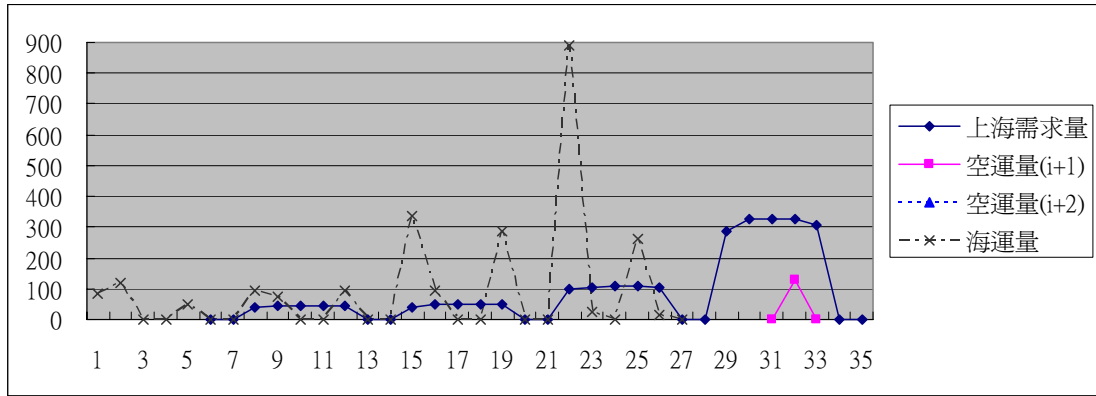


圖 5.10 案例一之 3 上海地區之需求量、空運量與海運量圖

3. 曼谷地區之海運運輸班次為一週兩班，影響其海運量分布型態

圖 5.11 為案例一之 3 曼谷地區之需求量、空運量與海運量圖，基於部分空運量甚小，為避免混淆，圖中省略部分空運量與海運量為 0 之數線。惟與香港地區與上海地區之海運運輸環境差異，一週僅有兩個海運班次至曼谷地區，因此第一週至第四週皆以海運運輸出貨兩次，每一週海運量之總合皆大於前一週海運量之總合。第 8 天、第 15 天、第 22 天皆有少量之空運運輸以滿足曼谷地區顧客之臨時增加需求量，惟第五週之顧客臨時增加需求量較多，因此第 29 天、第 30 天之空運量略高。

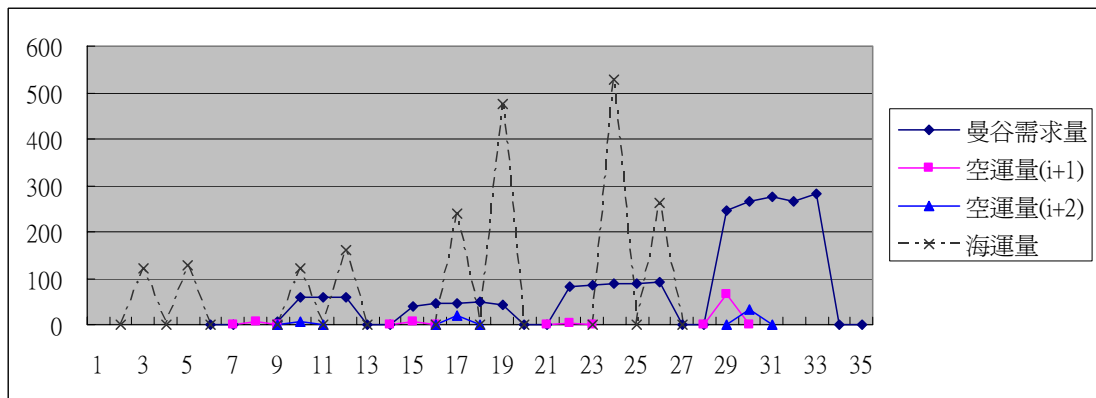


圖 5.11 案例一之 3 曼谷地區之需求量、空運量與海運量圖

總結圖 5.9、圖 5.10 與圖 5.11，皆顯示於第 27 天之前多是以海運運輸出貨，第 29 天之後皆是以空運運輸出貨。案例一之 2 與案例一之 3 由於顧客需求量分布情形相似(需求量產生時根據相同之平均值)，同理解讀圖 5.8，圖 5.8 第 22 天為出貨量之高峰是因為第 22 天時為海運運輸至香港地區之尖峰(請參考圖 5.9 第

22 天)、亦為海運運輸至上海地區之尖峰(請參考圖 5.10 第 22 天);而第 22 天為週一,並沒有往曼谷之海運班次,也代表曼谷地區受限於海運運輸班次較少,而海運運輸至曼谷地區之高峰(第 24 天為曼谷地區出貨量之高峰,請參考圖 5.11 第 24 天)與香港地區與上海地區之海運運輸高峰錯開。

5.4 案例二(顧客最後實際需求量與預估之需求量相差 20%)

5.4.1 案例二之操作說明

案例二之需求量平均值與標準差如表 5.5,前一週預估之需求量同案例一,當週獲得的臨時增加需求量之平均值(表格中底線加註者)為案例一之兩倍,代表案例二顧客臨時增加的需求量為上一週需求量總量之百分之二十,輸入參數請參考 5.2 節中表 5.1。案例二其他操作步驟皆與案例一之操作步驟相同。

表 5.5 各顧客端每週總需求量之平均值與標準差－案例二

香港	1~7	8~14	15~21	22~28	29~35	36~42	43~49	50~56	57~63
第一週	x	250/13	250/13	500/16	1500/25				
第二週		<u>50/8</u>	250/13	500/16	1500/25	250/13			
第三週			<u>50/8</u>	500/16	1500/25	250/13	250/13		
第四週				<u>100/15</u>	1500/25	250/13	250/13	500/16	
第五週					<u>300/20</u>	250/13	250/13	500/16	1500/25
上海	1~7	8~14	15~21	22~28	29~35	36~42	43~49	50~56	57~63
第一週	x	240/12	240/12	480/15	1440/22				
第二週		<u>48/6</u>	240/12	480/15	1440/22	240/12			
第三週			<u>48/6</u>	480/15	1440/22	240/12	240/12		
第四週				<u>96/12</u>	1440/22	240/12	240/12	480/15	
第五週					<u>288/18</u>	240/12	240/12	480/15	1440/22
曼谷	1~7	8~14	15~21	22~28	29~35	36~42	43~49	50~56	57~63
第一週	x	200/11	200/11	400/14	1200/20				
第二週		<u>40/4</u>	200/11	400/14	1200/20	200/11			
第三週			<u>40/4</u>	400/14	1200/20	200/11	200/11		
第四週				<u>80/10</u>	1200/20	200/11	200/11	400/14	
第五週					<u>240/16</u>	200/11	200/11	400/14	1200/20

註：表格中數值代表「平均值/標準差」,以底線加註者代表臨時增加之需求量

5.4.2 案例二之結果

案例二之 1 至案例二之 10 之詳細求解結果請參考附錄表 11 至附錄表 20，
案例二之 1 至案例二之 10 之彙總分析結果請參考表 5.6。

表 5.6 案例二之 1 至案例二之 10 之彙總表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
總製造量 [□]	7773	7900	8010	7912	8071	8016	8047	7984	7912	8023	7964.8
總出貨量 [□]	7893	8184	8474	8191	8259	8171	8278	8208	8250	8221	8212.9
平均每日生產量 [□]	222.09	225.71	228.86	226.06	230.60	229.03	229.91	228.11	226.06	229.23	227.6
平均每日存貨量 [□]	541.63	628.34	616.37	612.09	621.69	625.31	595.51	637.94	652.71	615.66	614.7
平均每日出貨量 [□]	315.72	327.36	338.96	327.64	330.36	326.84	331.12	328.32	330.00	328.84	328.5
不足存貨量 [□]	120	284	464	279	188	155	231	224	338	198	248.1
製造量達上限之天數 [#]	24	27	26	25	26	25	28	28	27	27	26.3
35 天中存貨量最大值 [□]	1697	1811	1893	1826	1844	1860	1810	1914	1896	1810	1836.1
總需求量 [□]	7893	8184	8474	8191	8259	8171	8278	8208	8250	8221	8212.9
實際總需求量-香港 [□]	2837	2984	2971	2987	3024	2950	3049	3017	2981	2930	2973.0
空運量(i+1)-香港 [□]	1074	1121	1003	1056	1225	926	1186	1017	1048	782	1043.8
空運量(i+2)-香港 [□]	0	136	317	236	0	247	0	230	197	386	174.9
海運量-香港 [□]	1763	1727	1651	1695	1799	1777	1863	1770	1736	1762	1754.3
貨櫃數量-香港 [°]	75	74	70	72	76	75	80	75	74	75	74.6
總空運量-香港 [□]	1074	1257	1320	1292	1225	1173	1186	1247	1245	1168	1218.7
臨時增加需求量-香港 [□]	357	486	453	522	521	509	477	518	496	477	481.6
實際總需求量-上海 [□]	2726	2815	2959	2852	2830	2864	2798	2833	2880	2890	2844.7
空運量(i+1)-上海 [□]	239	6	297	9	270	0	145	107	3	276	135.2
空運量(i+2)-上海 [□]	0	266	0	296	0	285	121	165	307	0	144.0
海運量-上海 [□]	2487	2543	2662	2547	2560	2579	2532	2561	2570	2614	2565.5
貨櫃數量-上海 [°]	104	107	112	107	107	109	109	109	109	110	108.3
總空運量-上海 [□]	239	272	297	305	270	285	266	272	310	276	279.2
臨時增加需求量-上海 [□]	368	451	529	474	435	480	452	461	486	479	461.5
實際總需求量-曼谷 [□]	2330	2385	2544	2352	2405	2357	2431	2358	2389	2401	2395.2
空運量(i+1)-曼谷 [□]	278	293	416	286	289	272	279	127	279	318	283.7
空運量(i+2)-曼谷 [□]	39	72	73	29	55	56	113	185	103	62	78.7
海運量-曼谷 [□]	2013	2020	2055	2037	2061	2029	2039	2046	2007	2021	2032.8
貨櫃數量-曼谷 [°]	85	85	87	86	86	85	87	87	84	85	85.7
總空運量-曼谷 [□]	317	365	489	315	344	328	392	312	382	380	362.4
臨時增加需求量-曼谷 [□]	316	404	408	368	401	368	390	383	382	435	385.5
總海運量-三地加總 [□]	6263	6290	6368	6279	6420	6385	6434	6377	6313	6397	6352.6
總空運量-三地加總 [□]	1630	1894	2106	1912	1839	1786	1844	1831	1937	1824	1860.3
平均運輸時間-香港 [#]	3.49	3.36	3.33	3.35	3.38	3.49	3.44	3.42	3.40	3.54	3.4
平均運輸時間-上海 [#]	4.65	4.71	4.60	4.68	4.62	4.70	4.66	4.67	4.68	4.62	4.7
平均運輸時間-曼谷 [#]	4.47	4.42	4.26	4.48	4.45	4.47	4.40	4.55	4.40	4.39	4.4
海運使用比率-香港 [%]	62.14	57.88	55.57	56.75	59.49	60.24	61.10	58.67	58.24	60.14	59.0
海運使用比率-上海 [%]	91.23	90.34	89.96	89.31	90.46	90.05	90.49	90.40	89.24	90.45	90.2
海運使用比率-曼谷 [%]	86.39	84.70	80.78	86.61	85.70	86.08	83.87	86.77	84.01	84.17	84.9
空運成本-香港 ^{\$}	63366	74163	77880	76228	72275	69207	69974	73573	73455	68912	71903.3
海運成本-香港 ^{\$}	10500	10360	9800	10080	10640	10500	11200	10500	10360	10500	10444.0
平均運輸成本-香港 ^{\$}	26.04	28.33	29.51	28.89	27.42	27.02	26.62	27.87	28.12	27.10	27.7
空運成本-上海 ^{\$}	33460	38080	41580	42700	37800	39900	37240	38080	43400	38640	39088.0
海運成本-上海 ^{\$}	17680	18190	19040	18190	18190	18530	18530	18530	18530	18700	18411.0
平均運輸成本-上海 ^{\$}	18.76	19.99	20.49	21.35	19.78	20.40	19.93	19.98	21.50	19.84	20.2
空運成本-曼谷 ^{\$}	22507	25915	34719	22365	24424	23288	27832	22152	27122	26980	25730.4
海運成本-曼谷 ^{\$}	17000	17000	17400	17200	17200	17000	17400	17400	16800	17000	17140.0
平均運輸成本-曼谷 ^{\$}	16.96	17.99	20.49	16.82	17.31	17.09	18.61	16.77	18.39	18.32	17.9
總運輸成本 ^{\$}	164513	183708	200419	186763	180529	178425	182176	180235	189667	180732	182716
平均運輸成本 ^{\$}	20.84	22.45	23.65	22.80	21.86	21.84	22.01	21.96	22.99	21.98	22.2
不足存貨量成本 ^{\$}	648000	1533600	2505600	1506600	1015200	837000	1247400	1209600	1825200	1069200	1339740
總存貨成本 ^{\$}	37914	43984	43146	42846	43518	43772	41686	44656	45690	43096	43030.8
總製造成本 ^{\$}	2798280	2844000	2883600	2848320	2905560	2885760	2896920	2874240	2848320	2888280	2867328
總成本 ^{\$}	2883322	3020129	3158516	3021940	3029484	2991679	3044046	3017689	3054375	3017582	3023876
平均成本 ^{\$}	3653.01	3690.28	3727.30	3689.34	3668.10	3661.34	3677.27	3676.52	3702.27	3670.58	3681.6

([□]：單位為棧板，[#]：單位為日，[%]：單位為百分比，^{\$}：單位為新台幣佰元，^{\$}：單位為新台幣萬元，[°]：單位為貨櫃)

5.4.2.1 製造方面與不足存貨量之結果分析

1. 受限於預估之需求量，製造量無法反應最後實際之需求量

本研究以滾動連續求解方式規劃製造與運輸活動，第一週為廠商之前置期，因此第一週之製造與運輸活動是為滿足第二週以及之後之顧客需求量。第一週獲得之顧客需求量為預估之需求量，至第二週時會獲得臨時增加之需求量，由於第一週之製造活動是根據預估之顧客需求量，而案例二之臨時增加需求量為預估需求量之百分之二十，相較於案例一(案例一之臨時增加需求量為預估需求量之百分之十)，案例二預估之顧客需求量與最後實際之需求量有較大的差距，所以製造量無法反應最後實際之需求量多寡。

觀察表 5.6，案例二之 3 之總需求量(8474 個棧板)較案例二之 5 總需求量(8259 個棧板)多 215 個棧板，但總製造量卻較案例二之 5 少 61 個棧板，代表案例二之 3 其預估需求量與最後實際之需求量可能有較大之差距，因此案例二之 3 結果顯示低估所需之製造量。

圖 5.12 為案例二之 3 與案例二之 5 之製造量比較圖，於第 2 天、第 15 天、第 16 天案例二之 5 之製造量皆大於案例二之 3 之製造量。

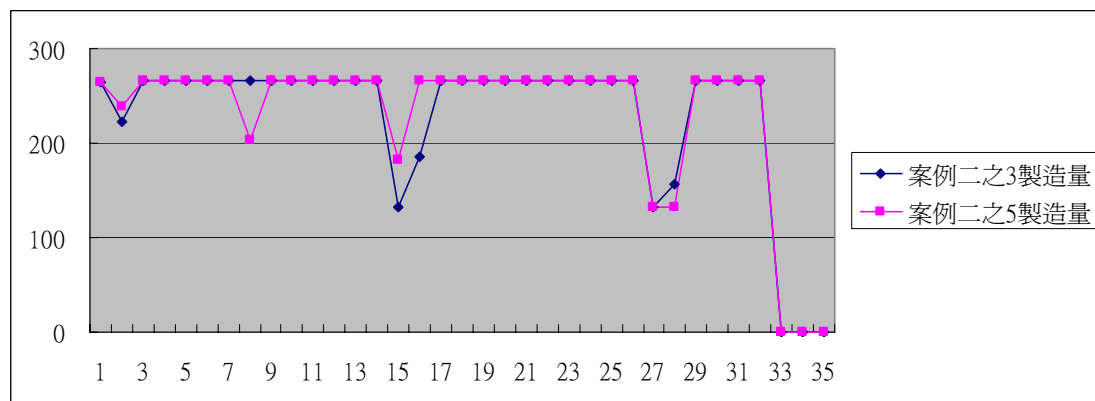


圖 5.12 案例二之 3 與案例二之 5 之製造量圖

2. 由於預估之需求量低於最後實際之需求量，需以不足存貨量反應製造量之不足

承上點所述，由於預估之需求量低於最後實際之需求量，造成案例二之 3 之製造量偏低；而第 29 天至第 35 天為需求量之尖峰，若欲以海運運輸必須於第

22 天至第 27 天出貨，此時之出貨量是為滿足預估之需求量；第 29 天至第 35 天產生臨時增加之需求量，迫於時間限制需以空運運輸，而第 29 天至第 35 天產生臨時增加之需求量遠大於製造量與存貨量所能供給，因此第 29 天產生大量之不足存貨量。

圖 5.13 為案例二之 3 之製造量與存貨量以及出貨量圖，數線一為製造量與存貨量之總合，數線二為出貨量，第 29 天時製造量與存貨量之總合為 555 個棧板，出貨量為 1019 個棧板，出貨量高於製造量與存貨量之總合，顯示案例二之 3 第 29 天時不足存貨量為 464 個棧板。

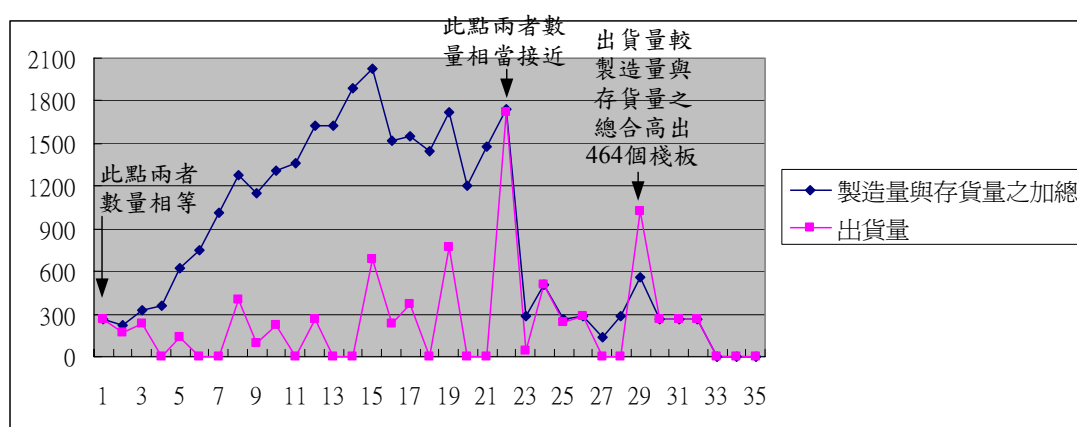


圖 5.13 案例二之 3 之製造量與存貨量以及出貨量圖

圖 5.14 為案例二之 5 之製造量與存貨量以及出貨量圖，數線一為製造量與存貨量之總合，數線二為出貨量，第 29 天時製造量與存貨量之總合為 532 個棧板，出貨量為 720 個棧板，出貨量高於製造量與存貨量之總合，顯示案例二之 5 第 29 天時不足存貨量為 188 個棧板。

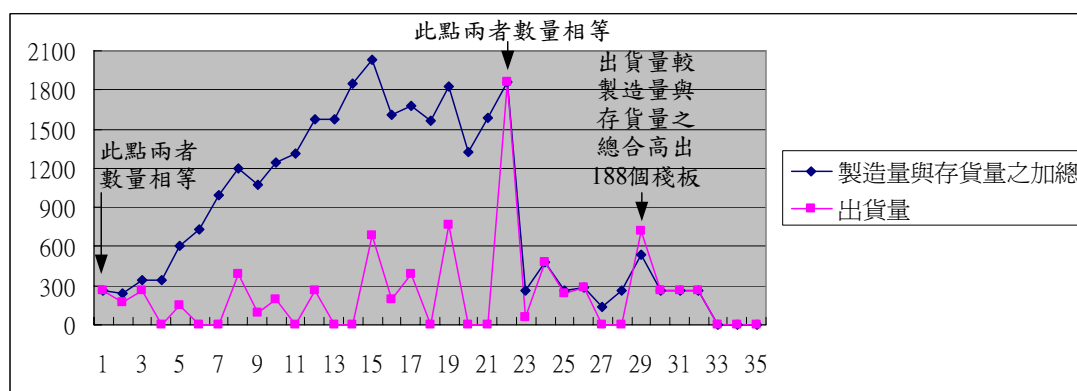


圖 5.14 案例二之 5 之製造量與存貨量以及出貨量圖

比較案例二之 3 與案例二之 5，由於案例二之 3 之預估需求量與最後實際之需求量差距較大，低估所需之製造量，因此案例二之 3 之不足存貨量(464 個棧板)偏大(案例二之平均不足存貨量為 248.1 個棧板)；而案例二之 5 之預估需求量與最後實際之需求量差距較小，其不足存貨量(188 個棧板)則偏小。

5.4.3 案例一與案例二之結果評析

本小節將藉由比較案例一結果與案例二結果之方式，探討案例一與案例二的結果所含意義與造成之原因。

5.4.3.1 製造方面與不足存貨量方面之比較

1. 臨時增加需求量增加導致製造量與不足存貨量增加

圖 5.15 為製造量與出貨量關係之說明圖，整個灰色橢圓代表本週總製造量，即是本週第一天至第七天每日製造量之總合，整個點狀橢圓代表本週總出貨量，即是本週第一天至第七天每日出貨量之總合，灰色橢圓與點狀橢圓重疊之部分為本週製造且於本週出貨之產品數量；未與點狀橢圓重疊之灰色橢圓部分，代表本週製造但非本週出貨之產品數量，將成為下一週起始之存貨量；未與斜線橢圓重疊之點狀橢圓部分，可分為兩類，一是上一週製造但本週出貨之數量，即本週起始之存貨量，二是不足存貨量。

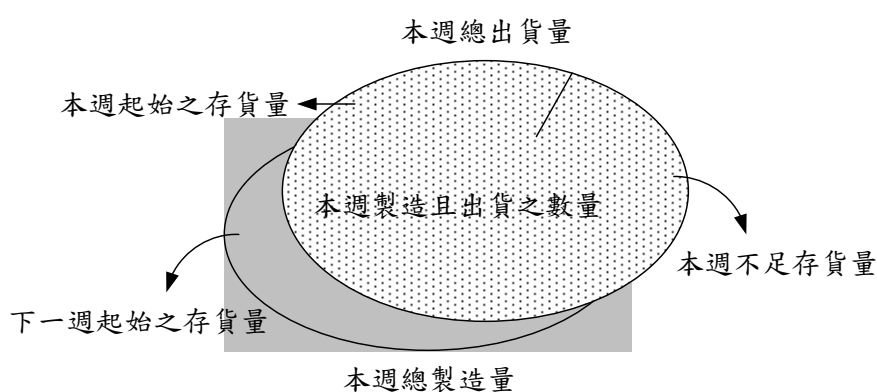


圖 5.15 製造量與出貨量關係圖

2. 案例二之不足存貨量明顯較案例一之不足存貨量高，若於限制式限制其存貨量，將可降低不足存貨量之數值

表 5.7 為案例一與案例二平均每日生產量與不足存貨量之平均值比較表，案例二總需求量之平均值較案例一之總需求量平均值多 663 個棧板，但案例二總製造量之平均值僅僅較案例一之總製造量平均值增加 417.1 個棧板，相對地案例二不足存貨量之平均值(248.1 個棧板)較案例一不足存貨量之平均值(9.8 棧板)多 238.3 個棧板。

表 5.7 案例一與案例二平均每日生產量與不足存貨量之平均值比較

	案例一 平均值	案例二 平均值	案例一與二 平均值差值
總需求量(棧板)	7549.9	8212.9	663.0
總製造量(棧板)	7547.7	7964.8	417.1
不足存貨量(棧板)	9.8	248.1	238.3
平均每日生產量(棧板)	215.6	227.6	12.0
產能利用率(%)	81.05	85.56	4.5

圖 5.16 為案例一與案例二製造量平均值與需求量平均值圖，圖中第 7 天至第 12 天、第 15 天至第 19 天案例二需求量之平均值略大於案例一需求量之平均值，圖中第 22 天至第 26 天、第 30 天至第 33 天案例二需求量之平均值明顯大於案例一需求量之平均值，但若比較案例一與案例二之製造量平均值，案例二之製造量平均值於第 8 天、第 15 天至第 17 天略大於案例一之製造量平均值，於第 29 天至第 32 天較明顯大於案例一之製造量平均值。

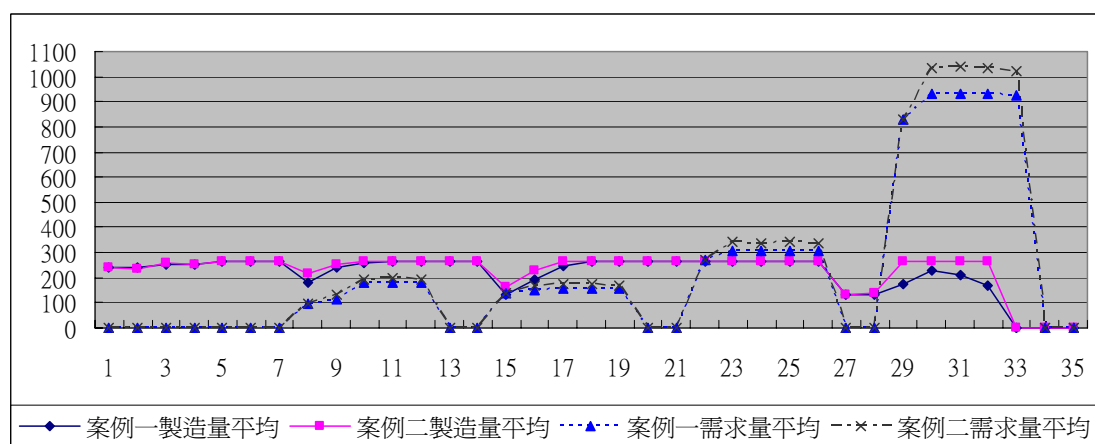


圖 5.16 案例一與案例二製造量與需求量平均圖

於案例演練時，並無限制存貨量，因此求解結果之存貨量皆是依據顧客需求量求得。案例二由於預估之需求量小於最後實際之需求量，低估實際所需之存貨量，於獲得最後實際之需求量時，產能已達到上限，因此求解結果於第 29 天產生不足存貨量；若於存貨量之限制式(請參考第 4.3.4 節)，限制存貨量，即可降低不足存貨量之數量，如增加一限制式限制第 28 天之存貨量(第 29 天之前一天)加上第 29 天之製造量大於或等於案例二出貨量之平均值(如圖 5.13 與圖 5.14 之概念)，使第 29 天可出貨(製造量與存貨量之總合)之數量大於或等於第 29 天需要出貨之數量。

如圖 5.17 所示，案例二第 27 天、第 28 天時案例二製造量平均值尚未達到產能上限；承上述概念，若增加該限制式，第 27 天、第 28 天時製造量可達到產能上限(如圖數線二之限制存貨量之製造量)，使製造量增加，則可減少不足存貨量之數量。

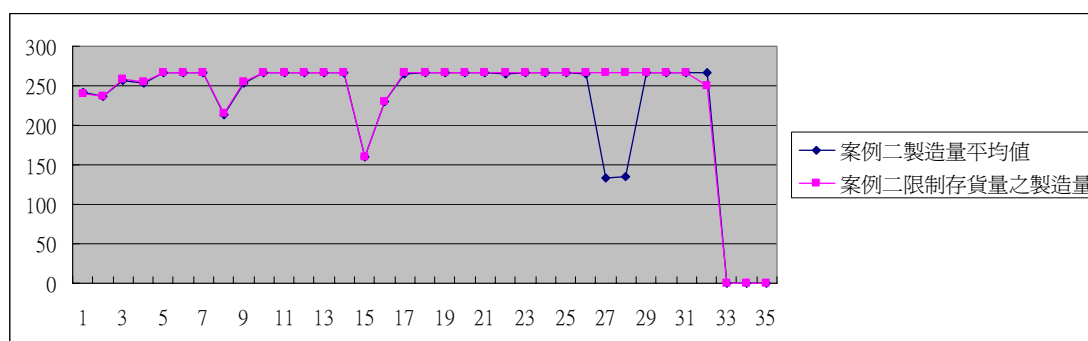


圖 5.17 案例二製造量平均值與限制存貨量之製造量圖

反應於實務，若某 TFT-LCD 廠商察覺顧客臨時增加需求量之比例有漸增的趨勢，該廠商應調高庫存量以保證顧客需要貨物時有充足之現貨供應；另一方面，本研究案例中出現庫存不足是以向其他廠商購買的方式解決，但實務上顧客亦可能會等待 TFT-LCD 廠商生產，所以庫存之不足不僅是廠商之損失亦是顧客之損失，廠商多極力避免庫存不足之情況發生。

5.4.3.2 運輸方面之比較

為比較案例一與案例二運輸方面之差異，以下舉例案例一與案例二之總需求量最大者案例一之 3 與案例二之 3 相比。圖 5.18 至圖 5.23 分別就案例一之 3 與案例二之 3 對香港地區、上海地區、曼谷地區之需求量、海運量、空運量以圖例比較，為求圖例清楚明瞭，省略部分海運量與空運量為 0 之數線。

1. 案例二之香港海運量減少空運量增加

圖 5.18 為案例一之 3 與案例二之 3 香港需求量與海運量比較圖，案例二之 3 之總需求量大於案例一之 3 之總需求量，但觀察案例二之 3 之海運量並無明顯高於案例一之 3 之海運量；較特殊之處為第 22 天時案例二之 3 之海運量小於案例一之 3 之海運量。第 22 天為案例一之 3 與案例二之 3 至香港海運量之尖峰，該批貨物將於第 27 天抵達香港，而香港地區之顧客能夠於第 29 天提貨，第 29 天至第 33 天為香港地區需求量之高峰，第 22 天海運量勢必將滿足第 29 天至第 33 天之需求量，這代表海運運輸量之高峰與需求量之高峰有關。

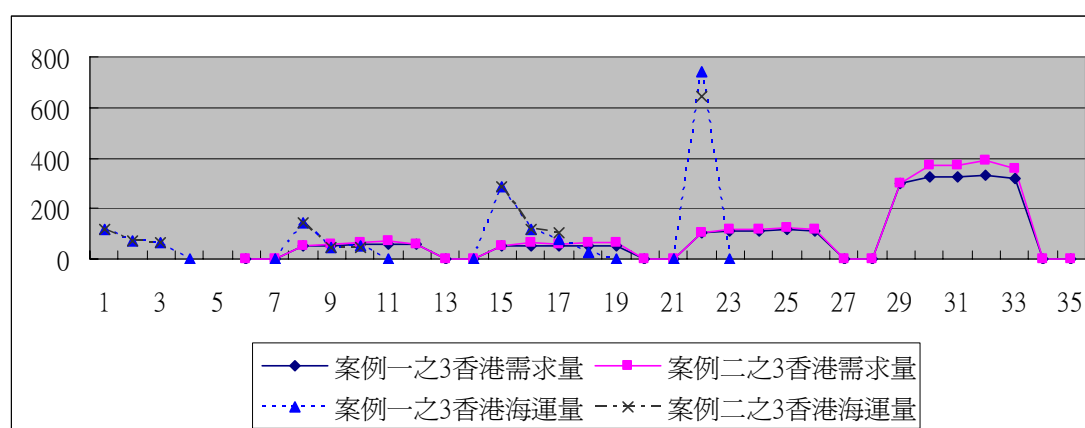


圖 5.18 案例一之 3 與案例二之 3 香港需求量與海運量比較圖

承上圖，第 22 天海運量無法滿足第 29 天至第 33 天之需求量，由圖 5.19 可觀察到第 29 天至第 33 天案例一之 3 與案例二之 3 有相當高之空運量，第 29 天時，案例一之 3 之空運量大於案例二之 3 之空運量；第 30 天至第 33 天時，案例二之 3 之空運量大於案例一之 3 之空運量。

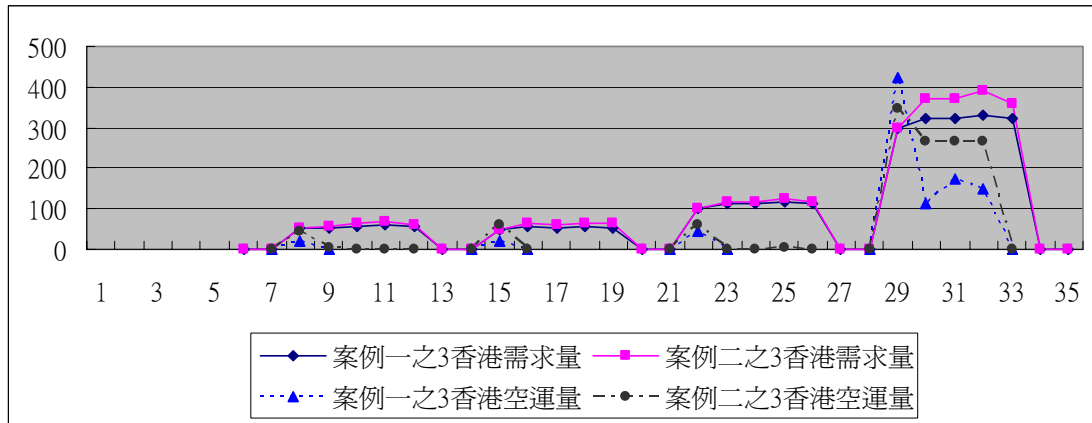


圖 5.19 案例一之 3 與案例二之 3 香港需求量與空運量比較圖

2. 案例二之上海海運量與空運量皆增加

圖 5.20 為案例一之 3 與案例二之 3 上海需求量與海運量比較圖，相較於香港地區有兩個較明顯之不同處：一是案例二之 3 上海海運量明顯高於案例一之 3 上海海運量，案例二之 3 香港海運量並無明顯高於案例一之 3 香港海運量，第 22 天時案例二之 3 香港海運量甚至少於案例一之 3 香港海運量；二是上海地區自第 7 天開始，每一週有兩次較明顯之海運量尖峰，反觀香港地區每一週僅有一次較明顯之海運量尖峰，而上海地區之海運量明顯高於香港地區海運量(但香港地區之需求量高於上海地區之需求量)。

第 22 天與第 25 天之海運量將分別於第 28 天與第 31 天抵達，顧客能夠於第 29 天與第 31 天提貨。

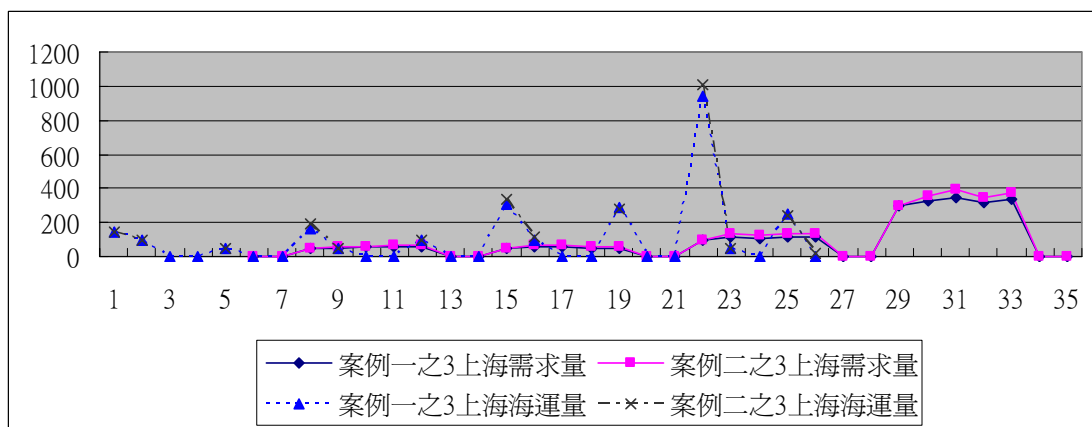


圖 5.20 案例一之 3 與案例二之 3 上海需求量與海運量比較圖

承上圖，由於第 22 天與第 25 天之海運量尚無法滿足第 29 天至第 33 天之需求量，因此，圖 5.21 顯示案例一之 3 於第 30 天而案例二之 3 於第 29 天有明顯較高之空運量。

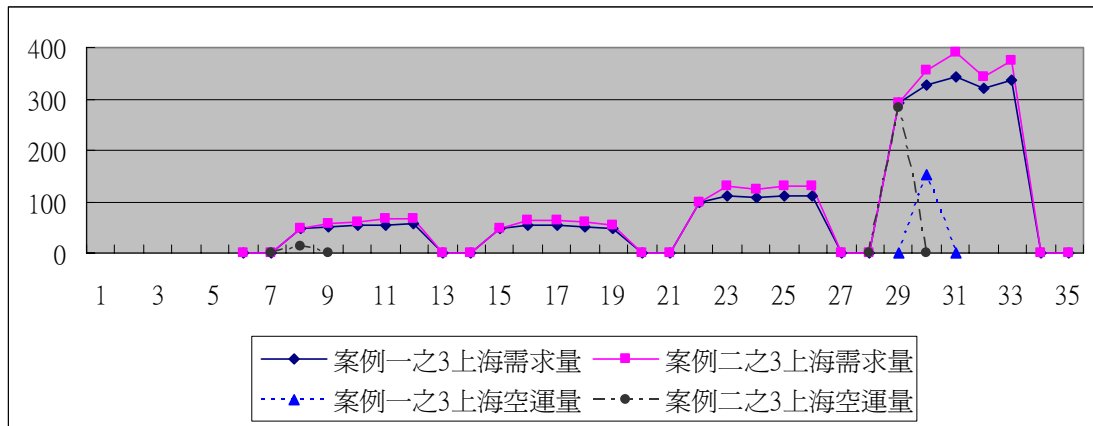


圖 5.21 案例一之 3 與案例二之 3 上海需求量與空運量比較圖

3. 案例二之曼谷海運量略減而空運量增加

圖 5.22 為案例一之 3 與案例二之 3 曼谷需求量與海運量比較圖，曼谷海運運輸班次為每週兩班，因此圖中每一週都有兩個明顯之海運量尖峰。基於運輸班次之限制與海運運輸時間需時 7 天，其海運貨物需至下下次海運出貨日抵達顧客端，第 24 天與第 26 天之海運量將分別於第 31 天與第 33 天抵達，若顧客於第 29 天、第 30 天與第 32 天有臨時增加之需求量不能被滿足，則需以空運運送所需之貨物數量。

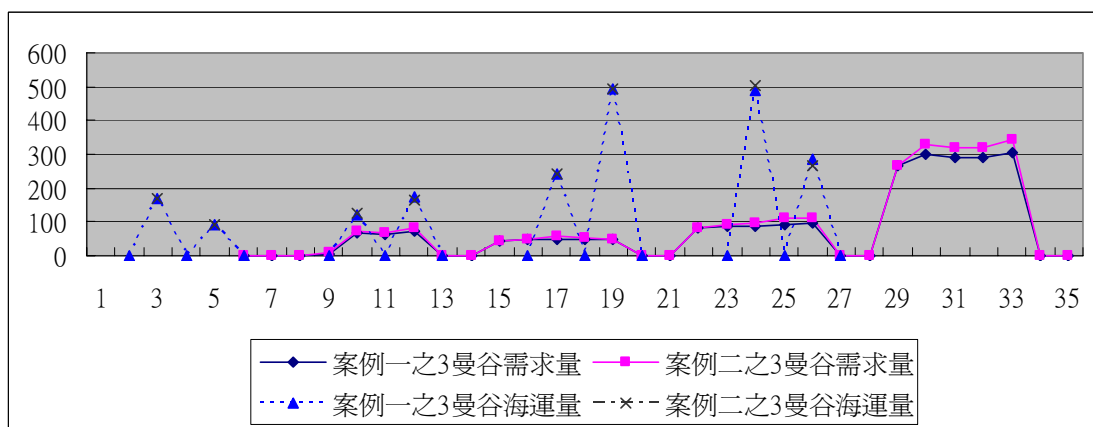


圖 5.22 案例一之 3 與案例二之 3 曼谷需求量與海運量比較圖

承上述，圖 5.23 為案例一之 3 與案例二之 3 曼谷需求量與空運量比較圖，與香港地區不同之處為，香港地區之空運量多集中於一週之第一天(如第 8 天、第 15 天、第 22 天，請參考圖 5.19)，曼谷地區之空運量則多集中於一週之第三天(如第 10 天、第 17 天)。

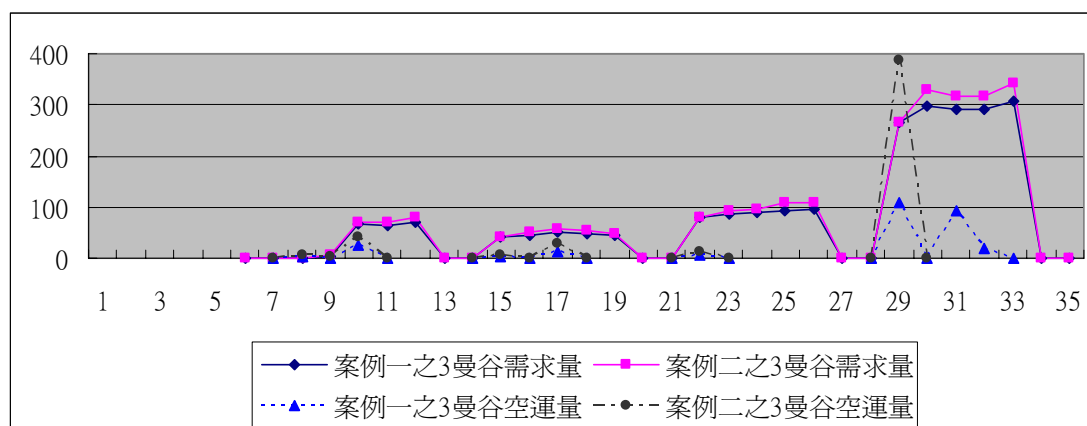


圖 5.23 案例一之 3 與案例二之 3 曼谷需求量與空運量比較圖

空運量與上一週之海運量以及當週之臨時增加需求量有關，綜合以上分析，結果顯示每一週香港地區海運量可能僅剛好滿足預估之下一週需求量，而每一週上海地區以及曼谷地區之海運量可能大於預估之下一週需求量，所以當香港地區有臨時增加需求量產生時，必須於當週第一天以空運運送所需數量至香港地區。

4. 由於產能有限，需求量一般情形與需求量尖峰對不同顧客地區之海運運輸量分配亦不同

表 5.8 為比較案例一與案例二對不同顧客地區海運量與空運量之分配，表中顯示對不同顧客地區之海運量與空運量分配不相同，需求量尖峰之分配情形亦不同於需求量非尖峰之情形，案例一與案例二之情形亦不相同。需求量一般情形取第 2 週為代表，需求量尖峰之情形取第 5 週為代表。

表 5.8 案例一之部分，需求量一般情形時，至香港地區海運量等於香港地區預估之需求量(比例為 100%)，至上海地區其海運量略大於上海地區之預估需求量(比例為 119.7%)，至曼谷地區之海運量則明顯大於曼谷地區之預估需求量(比例為 140.3%)。需求量尖峰時，由於產能已達到上限，可出貨之數量亦有限，所

以海運量皆明顯少於預估之需求量，但可觀察到上海地區海運量相對其預估需求量之比例最大(為 83.7%)，其次為曼谷地區(比例為 62.7%)，最小者為香港地區(比例為 57.5%)。

表 5.8 案例一與案例二對各顧客地區海運量之分配(需求量一般情形/尖峰)

案 例	地 區	需求量一般情形			需求量尖峰		
		第 1 週 海運量 平均值	第 2 週 預估 需求量 平均值	比例 (%)	第 4 週 海運量 平均值	第 5 週 預估 需求量 平均值	比例 (%)
案 例 一	香港	250.3	250.3	100	863.2	1500.9	57.5
	上海	283.1	236.5	119.7	1201.4	1436	83.7
	曼谷	271.1	193.2	140.3	765.1	1220	62.7
	小計	804.5	680	118.3	2829.7	4156.9	68.1
案 例 二	香港	250.3	250.3	100	763.7	1500.9	50.9
	上海	282.8	236.5	119.6	1247.2	1436	86.9
	曼谷	271.1	193.2	140.3	763.6	1220	62.6
	小計	804.2	680	118.3	2774.5	4156.9	66.7

案例二於需求量一般情形時以及需求量尖峰時之海運量相對其預估需求量之比例，亦如同案例一。比較案例一與案例二於需求量尖峰時，案例二上海地區之海運量相對預估需求量之比例(86.9%)大於案例一上海地區之海運量相對預估需求量之比例(83.7%)，曼谷地區之海運量相對預估需求量之比例(62.6%)略小於案例一曼谷地區之海運量相對預估需求量之比例(62.7%)，差異不顯著，香港地區之海運量相對預估需求量之比例(57.5%)則明顯小於案例一香港地區之海運量相對預估需求量之比例(50.9%)。

比較案例一與案例二第四週海運量，案例一第四週海運量平均值(2829.7 個棧板)大於案例二第四週海運量平均值(2774.5 個棧板)，代表案例一與案例二於第四週時，其產能應已達到上限，但第四週有部分之製造量將以空運運輸滿足第四週之臨時增加需求量，而案例二第四週之臨時增加需求量大於案例一第四週之臨時增加需求量，因此案例二第四週能夠以海運運輸出貨之總量較案例一能夠以海運運輸出貨之總量少。案例一與案例二之需求量尖峰之比較可得如下推論：若有愈多需求量(必須以空運運輸滿足之臨時增加需求量)競爭產能資源，海運運輸分配至三個顧客地區之順序上之差異將愈大。

5.5 案例三(我國往上海之直航班機)

5.5.1 案例三之操作說明

目前我國至上海之班機有兩種方式，一為經中途點香港(或澳門)，地停一至二個小時再轉飛上海；二為經中途點香港(或澳門)，貨物於香港轉機，再轉飛上海。本研究蒐集之參考資料、成本與時間方面之數據均為班機飛經香港之情形。

案例三之製造產能限制與顧客需求量同案例一，運輸環境改變的部分為我國至上海空運班機每日增加我國至上海空運直航貨機班次，直航貨機自我國中正機場起飛，起飛時間為晚上九點，若TFT-LCD廠商今日進倉中正機場，搭乘該班次貨機，貨物將於翌日於上海機場清關完成，視運輸時間為1天，運輸成本為6500元/棧板¹⁹。惟因運送時間縮短與服務品質提高，部分航空公司不調降價格競爭，運輸成本仍然是14000元/棧板。如圖5.24今日出貨、翌日於上海機場清關完成之時段內可搭乘之空運班次，直航貨機之運輸成本較其他航空公司之運輸成本低，因此視做在該時段直航班機之價格優惠足以取代其他航空公司之班次。

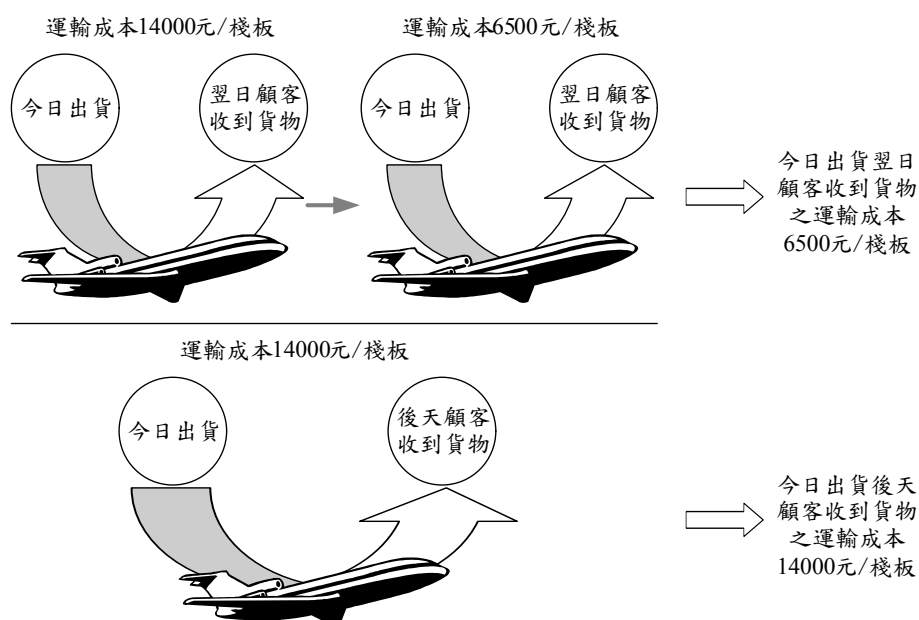


圖 5.24 案例三我國往上海之班次假設說明

¹⁹ 參考自行政院大陸委員會「航空貨運便捷化」措施之政策說明，但該成本數值為本研究之假設。

5.5.2 案例三之結果

案例三之 1 至案例三之 10 之詳細求解結果請參考附錄表 21 至附錄表 30，
案例三之 1 至案例三之 10 之彙總分析結果請參考表 5.9。

表 5.9 案例三之 1 至案例三之 10 之彙總表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
總製造量 [□]	7393	7502	7718	7496	7631	7509	7608	7567	7537	7509	7547.0
總出貨量 [□]	7393	7545	7718	7496	7631	7509	7608	7574	7576	7509	7555.9
平均每日生產量 [□]	211.23	214.34	220.51	214.17	218.03	214.54	217.37	216.20	215.34	214.54	215.6
平均每日存貨量 [□]	550.54	629.49	635.09	611.40	621.11	636.20	604.74	640.91	653.17	616.63	619.9
平均每日出貨量 [□]	295.72	301.80	308.72	299.84	305.24	300.36	304.32	302.96	303.04	300.36	302.2
不足存貨量 [□]	0	43	0	0	0	0	0	7	39	0	8.9
製造量達上限之天數 [#]	21	22	23	21	22	23	22	23	24	22	22.3
35 天中存貨量最大值 [□]	1744	1811	1955	1827	1838	1904	1846	1911	1895	1812	1854.3
總需求量 [□]	2665	2764	2700	2707	2780	2692	2819	2773	2721	2708	2732.9
實際總需求量-香港 [□]	783	907	918	633	619	402	866	462	682	532	680.4
空運量(i+1)-香港 [□]	75	1	0	229	266	399	0	474	227	266	193.7
空運量(i+2)-香港 [□]	1807	1856	1782	1845	1895	1891	1953	1837	1812	1910	1858.8
海運量-香港 [□]	76	78	76	78	80	80	84	77	77	81	78.7
貨櫃數量-香港 [°]	858	908	918	862	885	801	866	936	909	798	874.1
總空運量-香港 [□]	307	266	240	242	277	252	237	274	237	254	258.6
臨時增加需求量-香港 [□]	2665	2764	2700	2707	2780	2692	2819	2773	2721	2708	2732.9
實際總需求量-上海 [□]	2554	2610	2680	2602	2638	2611	2591	2626	2610	2643	2616.5
空運量(i+1)-上海 [□]	129	156	167	125	145	133	159	163	140	140	145.7
空運量(i+2)-上海 [□]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
海運量-上海 [□]	2425	2454	2513	2477	2493	2478	2432	2463	2470	2503	2470.8
貨櫃數量-上海 [°]	103	104	105	104	105	105	102	104	104	106	104.2
總空運量-上海 [□]	129	156	167	125	145	133	159	163	140	140	145.7
臨時增加需求量-上海 [□]	186	246	250	224	253	251	244	244	226	233	235.7
實際總需求量-曼谷 [□]	2174	2171	2338	2187	2189	2191	2198	2175	2225	2157	2200.5
空運量(i+1)-曼谷 [□]	92	121	225	156	124	154	122	115	170	105	138.4
空運量(i+2)-曼谷 [□]	45	33	60	5	27	24	40	18	52	57	36.1
海運量-曼谷 [□]	2037	2017	2053	2026	2062	2028	2036	2042	2023	1996	2032.0
貨櫃數量-曼谷 [°]	86	85	87	85	86	85	86	86	86	84	85.6
總空運量-曼谷 [□]	137	154	285	161	151	178	162	133	222	162	174.5
臨時增加需求量-曼谷 [□]	158	190	202	203	185	202	186	200	219	192	193.7
總海運量-三地加總 [□]	6269	6327	6348	6348	6450	6397	6421	6342	6305	6409	6361.6
總空運量-三地加總 [□]	1124	1218	1370	1148	1181	1112	1187	1232	1271	1100	1194.3
平均運輸時間-香港 [#]	3.74	3.69	3.64	3.81	3.82	3.96	3.77	3.82	3.75	3.92	3.8
平均運輸時間-上海 [#]	4.80	4.76	4.75	4.81	4.78	4.80	4.75	4.75	4.79	4.79	4.8
平均運輸時間-曼谷 [#]	4.77	4.73	4.54	4.71	4.74	4.69	4.72	4.76	4.63	4.73	4.7
海運使用比率-香港 [%]	67.80	67.15	66.00	68.16	68.17	70.25	69.28	66.25	66.59	70.53	68.0
海運使用比率-上海 [%]	94.95	94.02	93.77	95.20	94.50	94.91	93.86	93.79	94.64	94.70	94.4
海運使用比率-曼谷 [%]	93.70	92.91	87.81	92.64	93.18	91.93	92.63	93.89	90.11	92.49	92.1
空運成本-香港 ^{\$}	50622	53572	54162	50858	52215	47259	51094	55224	53631	47082	51571.9
海運成本-香港 ^{\$}	10640	10920	10640	10920	11200	11200	11760	10780	10780	11340	11018.0
平均運輸成本-香港 ^{\$}	22.99	23.33	24.00	22.82	22.81	21.72	22.30	23.80	23.67	21.57	22.9
空運成本-上海 ^{\$}	18060	21840	23380	17500	20300	18620	22260	22820	19600	19600	20398.0
海運成本-上海 ^{\$}	17510	17680	17850	17680	17850	17850	17340	17680	17680	18020	17714.0
平均運輸成本-上海 ^{\$}	13.93	15.14	15.38	13.52	14.46	13.97	15.28	15.42	14.28	14.23	14.6
空運成本-曼谷 ^{\$}	9727	10934	20235	11431	10721	12638	11502	9443	15762	11502	12389.5
海運成本-曼谷 ^{\$}	17200	17000	17400	17000	17200	17000	17200	17200	17200	16800	17120.0
平均運輸成本-曼谷 ^{\$}	12.39	12.87	16.10	13.00	12.62	13.44	13.06	12.25	14.68	13.11	13.4
總運輸成本 ^{\$}	123759	131946	143667	125389	129486	124567	131156	133147	134653	124344	130211.
平均運輸成本 ^{\$}	16.74	17.49	18.61	16.73	16.97	16.59	17.24	17.58	17.77	16.56	17.2
不足存貨量成本 ^{\$}	0	232200	0	0	0	0	0	37800	210600	0	48060.0
總存貨成本 ^{\$}	38538	44064	44456	42798	43478	44534	42332	44864	45722	43164	43395.0
總製造成本 ^{\$\$}	2661480	2700720	2778480	2698560	2747160	2703240	2738880	2724120	2713320	2703240	2716920
總成本 ^{\$\$\$}	2677709	2741541	2797292	2715378	2764456	2720150	2756228	2745701	2752417	2719990	2739086
平均成本 ^{\$}	3621.95	3633.59	3624.37	3622.44	3622.67	3622.52	3622.80	3625.17	3633.07	3622.31	3625.09

([□]：單位為棧板，[#]：單位為日，[%]：單位為百分比，^{\$}：單位為新台幣佰元，^{\$\$}：單位為新台幣萬元，[°]：單位為貨櫃)

5.5.3 案例一與案例三之結果評析

案例一與案例三之差異為，案例一我國往上海地區之空運運輸成本為 14000 元/棧板，案例三我國往上海地區之空運運輸成本為 6500 元/棧板。

5.5.3.1 製造量與出貨量方面之比較

- 案例一與案例三之總需求量相同，但總製造量、不足存貨量與總出貨量並不相同

比較案例一與案例三，雖然案例一與案例三之最後實際需求量相同，但案例三之總製造量製造量、不足存貨量與總出貨量皆略小於案例一，如表 5.10，表中之差值為案例一之數值減去案例三之數值。案例三之 2 與案例一之 2 總製造量與不足存貨量差值最大；案例三之 10 與案例一之 10 總出貨量差值最大。而由於案例三總出貨量較少，相對地案例三曼谷地區總運輸量大於總需求量之情形亦降低。

表 5.10 案例一與案例三之總製造量與不足存貨量以及總出貨量比較表

案例之	總製造量			不足存貨量			總出貨量		
	案例一	案例三	差值	案例一	案例三	差值	案例一	案例三	差值
1	7393	7393	0	0	0	0	7393	7393	0
2	7489	7502	-13	56	43	13	7545	7545	0
3	7718	7718	0	0	0	0	7718	7718	0
4	7496	7496	0	0	0	0	7496	7496	0
5	7632	7631	1	0	0	0	7632	7631	1
6	7510	7509	1	0	0	0	7510	7509	1
7	7608	7608	0	0	0	0	7608	7608	0
8	7576	7567	9	4	7	-3	7580	7574	6
9	7538	7537	1	38	39	-1	7576	7576	0
10	7517	7509	8	0	0	0	7517	7509	8
小計	75477	75470	7	98	89	9	75575	75559	16

(單位：棧板)

5.5.3.2 運輸方面之比較

表 5.11 為案例一與案例三之空運與海運單位運輸成本價差與海運量比較表。空運之運輸成本以棧板為單位，海運之運輸成本以貨櫃為單位，一個四十呎貨櫃至多可裝二十四個棧板，將單位貨櫃運輸成本轉換為單位棧板海運成本，可計算空運與海運單位棧板成本之價格差異。案例一香港、上海、曼谷空運與海運單位價差分別為 5317 元、13292、6267 元，我國往香港之空運成本與海運成本價差最小，我國往上海之空運成本與海運成本價差最大；案例三香港、上海、曼谷之價差分別為 5317 元、5792、6267 元，我國往香港之空運成本與海運成本價差最小，我國往曼谷之空運成本與海運成本價差最大。

表 5.11 案例一與案例三之空運與海運單位運輸成本價差與海運量比較表

項目	案例一/三	顧客地區			小計
		香港	上海	曼谷	
海運成本(元/貨櫃)		14000	17000	20000	-
海運成本(元/棧板)		583	708	833	-
空運單位成本 (元/棧板)	案例一	5900	14000	7100	-
	案例三	5900	6500	7100	-
空運與海運單位 價差(元/棧板)	案例一	5317	13292	6267	-
	案例三	5317	5792	6267	-
海運量(棧板)	案例一	1854	2476.1	2034.1	6364.2
	案例三	1858.8	2470.8	2032	6361.6
海運使用比率(%)	案例一	67.84	94.64	92.15	84.21
	案例三	68.02	94.43	92.13	84.19

若以空運運輸，需考量由海運運輸轉移至空運運輸其運輸成本相對之改變，付出之成本是由海運成本改變至空運成本。案例一，使用空運運輸至香港將較使用海運運輸提高成本 5317 元，而上海之空運成本與海運成本價差最大，若以空運運輸至上海將提高成本 13292 元。

因此，案例一運往香港、上海、曼谷三地之貨物若需要以空運運送，空運運送至香港增加的運輸成本低於空運運送至曼谷或上海增加的運輸成本，需要以空運運輸時，必會優先選擇其中運輸成本增加最小者，因此香港地區之海運使用比率(67.84%)小於上海與曼谷之海運使用比率；空運運送至曼谷增加的運輸成本較空運運送至上海增加的運輸成本低，因此曼谷地區之海運使用比率(92.15%)小於

上海之海運使用比率(94.64%)。

案例三往上海之空運運輸成本降低至每棧板 6500 元，空運與海運單位成本價差降至 5792 元，小於曼谷地區之運輸成本價差，但仍大於香港地區之運輸成本價差；海運使用比率之大小順序仍與案例一相同，即上海最大，其次為曼谷，最小者為香港。海運使用比率之大小順序之結果與曼谷地區之海運運輸限制有關，曼谷地區海運運輸班次為一週兩班，其海運使用比率不會為最高者，空運與海運運輸價差最大(6267 元)，其海運使用比率不會為低高者，所以上海地區空運與海運運輸價差之改變僅能與香港地區之價差比較，而不能與曼谷地區之價差比較。但案例一與案例三之上海地區價差皆大於香港地區之價差，因此案例三上海地區之海運使用比率仍大於香港地區之海運使用比率，不過案例三上海地區之海運使用比率略低於案例一之海運使用比率，案例三香港地區之海運使用比率略高於案例一之海運使用比率，顯示上海地區價差之改變仍有些微之影響。由上述可做以下推論，若案例一與案例三僅考慮香港與上海地區顧客時，或者是案例三之上海空運運輸成本低於 6025 元時(上海地區海運成本 708 元加上香港地區價差 5317 元)，案例一與案例三對香港地區與上海地區之海運使用比率應有相當大幅度之改變。

5.6 案例四(以需求量平均值為輸入參數規劃一次，與案例一比較)

5.6.1 案例四之操作說明

案例四之做法與案例一、案例二與案例三之差異為，案例一、案例二與案例三為每一週規劃一次，連續五週；案例四之做法則是規劃一次，規劃週期為五週。案例四之需求量为案例一之 1 至案例一之 10 十組需求量的平均，第 1 週至第 5 週之需求量为案例一第 1 週至第 5 週實際顧客需求量的平均，亦包含顧客臨時增加需求量的平均，第 6 週至第 9 週為案例一第 6 週至第 9 週顧客需求量的平均。因此，案例四可視做廠商在累積相當多過去不同年份但同一月份的需求量資料後，根據需求量的平均之資料對未來一個月做生產與運輸之規劃，並且可做為

TFT-LCD 廠商向運輸業者預訂海運艙位之參考。

擷取案例四之規劃結果，包含其生產量、存貨量、空運量與海運量，將與案例一之 1 至案例一之 10 之需求量相對照。案例四之生產量、存貨量、空運量與海運量可能滿足案例一之 1 至案例一之 10 之需求量，亦有可能不滿足案例一之 1 至案例一之 10 之需求量，若案例四之規劃結果無法滿足需求量，則必須藉由增加生產量與空運量之方式，滿足顧客之需求量，若產能已達到上限，則會產生不足存貨量。以案例四之規劃結果對照案例一之 1 至案例一之 10 之需求量後，可獲得案例四對應案例一之 1、案例四對應案例一之 2...等十個結果，將此十個結果平均後，呈現於表 5.12 案例四平均值一欄。

5.6.2 案例一與案例四之結果評析

表 5.12 為案例四與案例一之比較表，差值為案例四平均值之數值減去案例一平均值之數值。比較案例四與案例一，案例四之總製造量平均值與總出貨量平均值大於案例一總製造量平均值與總出貨量平均值，這與案例四之操作方式有關，案例四之需求量为案例一第一週至第九週之平均值，因此案例四之規劃結果其製造量與出貨量大於案例一，為可接受之結果。

而案例四之平均每日存貨量平均值小於案例一之平均每日存貨量平均值，案例四之不足存貨量平均值大於案例一之不足存貨量平均值。這代表於案例一之 1 至案例一之 10 之需求量情況下，案例四之規劃結果其製造量與存貨量仍會小於案例一之 1 至案例一之 10 需要出貨之數量，所以滾動式之求解方法仍優於僅做一次規劃之求解方式。

比較運輸量部分，由於案例四之規劃結果為依據案例一之 1 至案例一之 10 之需求量平均值，所以海運運輸之數量與比率皆較案例一高，空運運輸之數量皆較案例一小。推算其運輸成本，案例四之平均運輸成本平均值為 1330 元，小於案例一之平均運輸成本平均值 1718 元，這代表若預估之需求量愈接近最後實際之需求量，需要以空運運送之臨時增加需求量愈少，則平均運輸成本將愈低。

表 5.12 案例四與案例一之比較

項目		案例四 平均值	案例一 平均值	差值
總製造量 [□]		7588.40	7547.70	40.70
總出貨量 [□]		7612.30	7557.50	54.80
平均每日生產量 [□]		216.81	215.65	1.16
平均每日存貨量 [□]		603.89	620.28	-16.39
平均每日出貨量 [□]		304.49	302.30	2.19
不足存貨量 [□]		21.10	9.80	11.30
香港	最後實際總需求量 [□]	2732.90		
	海運量 [□]	1947.00	1854.00	93.00
	空運量 [□]	812.20	878.90	-66.70
	出貨量 [□]	2759.20	2732.90	26.30
	海運使用比率 [%]	70.57	67.84	2.73
上海	最後實際總需求量 [□]	2616.50		
	海運量 [□]	2617.00	2476.10	140.90
	空運量 [□]	11.90	140.40	-128.50
	出貨量 [□]	2628.90	2616.50	12.40
	海運使用比率 [%]	99.55	94.64	4.92
曼谷	最後實際總需求量 [□]	2200.50		
	海運量 [□]	2179.00	2034.10	144.90
	空運量 [□]	45.20	174.00	-128.80
	出貨量 [□]	2224.20	2208.10	16.10
	海運使用比率 [%]	98.00	92.15	5.84
小計	總海運量 [□]	6743.00	6364.20	378.80
	總空運量 [□]	869.30	1193.30	-324.00
總運輸成本 ^{\$}		101315.00	129873.10	-28558.10
平均運輸成本 ^{\$}		13.30	17.18	-3.88
不足存貨量成本 ^{\$}		113940.00	52920.00	61020.00
總存貨成本 ^{\$}		42272.00	43419.40	-1147.40
總製造成本 ^{\$}		27318240.00	27171720.00	146520.00
總成本 ^{\$}		27575767.00	27397932.50	177834.50
平均成本 ^{\$}		3622.51	3625.26	-2.75

([□]：單位為棧板，[%]：單位為百分比，^{\$}：單位為新台幣佰元)

第六章 結論與建議

本研究主要探討 TFT-LCD 產業之顧客需求量對於製造過程之重要性，和 TFT-LCD 廠商與合作之承攬業者等運輸業者之合作關係，以及短時間內顧客需求量之改變對於廠商製造與運輸規劃之影響，並以案例三探討未來若我國對上海直航空運時，TFT-LCD 廠商可以採取之對應策略。而本研究透過連貫製造層面與運輸層面之方式，以成本最小化建立目標式，以產能上限、運輸時間與交貨之日期等建立限制式，並且以兩種做法：(1)滾動式求解方式(考量顧客臨時增加需求量，如案例一、案例二、案例三)；(2)一次求解(以多個需求量之平均為需求量，如案例四)，獲得各案例相對之規劃結果。綜合本研究之主要結論與建議如下。

6.1 結論

1. 以顧客總需求量最大與最小之案例相比較，其規劃結果之製造量、存貨量與運輸量之型態皆很相似，這是因為需求量型態皆相似之故。若可獲得顧客需求量之約略型態，以及預估之需求量最大值以及最小值，亦可求得預估之需求量最大值下之製造量、存貨量與運輸量之型態，以及預估之需求量最小值下之製造量、存貨量與運輸量之型態，之後若更新最後實際之顧客需求量，其製造量、存貨量與運輸量之型態必介於兩者之間。
2. 本研究選擇之三個顧客地區皆有其相對之運輸環境特性，香港地區代表海運班次頻繁且空運與海運運輸成本價差最小者，上海地區代表海運班次頻繁且空運與海運運輸成本價差最大者，曼谷地區代表海運班次最少者。
3. 不同於香港地區與上海地區，曼谷地區之海運運輸班次為一週兩班，因此需以空運運輸某部分之臨時增加需求量，而海運運輸之貨物抵達時間晚於空運運輸之抵達時間，待海運貨物抵達時，某些案例之結果總出貨量大於總需求量，若增長案例演練之時間此問題應會減輕。
4. 由於第五週之需求量最大，臨時增加之需求量亦最多，因此所有案例對於三個顧客地區第 27 天之前以海運運輸為主，第 29 天之後以空運運輸為主。而三個顧客地區相比較，受海運運輸與空運運輸單位運輸價差之影響，單位運

輸價差愈大者其相對之海運使用比率愈大，上海地區之海運使用比率為最高，其次為曼谷地區，海運使用比率為最低者為香港地區。

5. 運輸型態之分布受顧客需求量影響外，亦受運輸班次影響，如曼谷地區受限於海運運輸班次為一週兩班，曼谷地區之海運量分布型態與香港地區以及上海地區明顯不同。
6. 由於產能有限，廠商對於不同顧客地區之海運運輸量分配亦不同，於一般之情形(即第一週至第三週)，應優先分配給海運運輸班次較少之地區(曼谷地區)，其次為海運與空運運輸價差大之地區(上海地區)，最後為海運運輸班次頻繁且海運與空運運輸價差小之地區(香港地區)。於需求量尖峰之情形(即第四週)，分配順序亦不同，應優先分配給海運與空運運輸價差大之地區(上海地區)，其次為海運運輸班次較少之地區(曼谷地區)，最後為海運運輸班次頻繁且海運與空運運輸價差小之地區(香港地區)。
7. 承上點所述，若臨時增加需求量偏高，於需求量尖峰之情形其分配順序與上點相同，但對於各顧客之數量上分配差距更大，應分配更多數量之海運運輸量至海運與空運運輸價差大之地區(上海地區)。
8. 於臨時增加需求量較高之情形，TFT-LCD 廠商為因應臨時增加之需求量較多之情況，應具備較高之存貨水準維持對於顧客的供貨水準。
9. 少部分之貨物使用空運運輸之整體成本優於所有貨物都使用海運運輸之整體成本，而本研究較建議部分使用空運運輸之目的地為海運運輸班次頻繁且海運與空運運輸價差小之地區(香港地區)。
10. 若預估之需求量愈接近最後實際之需求量，需要以空運運送之臨時增加需求量愈少，其海運使用比率將愈高，則平均運輸成本將愈低。

6.2 建議

1. 本研究選擇之三個顧客地區皆有其相對之運輸環境特性，惟囿於模式之結果受三個顧客地區之運輸成本與海運與空運運輸成本價差之相關性影響，案例間之比較不一定顯著，建議後續研究可嘗試兩兩比較三個顧客地區之影響關係。

2. 案例演練之操作過程將需求量分為兩類，一是預知的需求量，另一是臨時增加之需求量，為方便比較起見，本研究於案例一與案例二針對相同的預知需求量而不同比例之臨時增加需求量做演練與比較，但實務上，TFT-LCD 廠商獲得知臨時增加需求量可能非依照等比例產生，廠商於應用時可依自身需求予以調整。
3. 模式構建參考 TFT-LCD 廠商實際營運情形對生產線產能設上限與下限，但對存貨量並無設限制，一方面是模式運作依據顧客需求量多寡決定出貨數量，若對存貨量設限即失去出貨調度的彈性，另一方面模式會參考未來之需求量而囤積產品，即是模式中的存貨量，加以設限將使模式無法達到存貨的目的，而為瞭解可能發生的存貨情形，本研究並未對存貨量設限制。而在實務界中，可能對存貨量加以控管以維持某存貨水準，但由於該資料為廠商之機密，無法進一步探究與介紹。
4. 本研究僅假設有臨時增加需求量之產生，而未對臨時減少之需求量做探討，惟囿於篇幅與 TFT-LCD 廠商較關切前者之相關課題，本研究僅特別針對臨時需求量增加之情形加以詳細說明因應策略，案例演練結果顯示本研究構建之模式具應用性，操作過程亦不複雜，應可供廠商考量採用。
5. 求解結果若產生不足存貨量，其意義一方面是告知產品不足之數量，一方面代表藉由向其他公司購買產品彌補公司本身之資源不足，可視做顧客有超過一個以上的上游供應廠商，若第一家供應商無法供應顧客所需，則顧客會向第二家供應商購買，對第一家供應商或第二家供應商而言，這些需求量都是臨時增加之需求量，所以對於本研究案例而言，顧客的供應商是否超過一家是合併討論的，而廠商應避免該存貨用盡之情形發生，並宜隨時檢討需求量之預估系統是否有需修正。
6. 我國直航上海的空運運輸成本調降幅度以及是否會提高仍是未知，後續研究可再朝此擴充。另由案例測試結果可得知，對於廠商而言，運輸成本可能是一種隱含的限制。若未來我國對上海空運直航是運輸成本降低之情形，上海地區方面顧客若臨時要求增加需求量時，將提高 TFT-LCD 業者對上海地區空運之使用意願，進而提高其空運使用比率，另一方面，受限於艙位預訂為優先訂位，因此於運輸旺季之空運艙位預訂更顯重要。建議廠商可對海空運輸

成本價差較小之地區(如香港) 預訂稍多之空運艙位，以因應臨時增加之運貨需求。

7. 由於僅獲得顧客需求量一個月四週分配的概貌，無法取得 TFT-LCD 廠商顧客需求量進一步的詳細資料，所以本研究中每個顧客端一週五天都有需求量的假設可能與現實情形有出入，但模式之結果顯示，雖然顧客端一週五天都有需求量，廠商並不需要一週五天都對該顧客端出貨。因此，雖然本研究顧客端一週五天都有需求量的假設可能與現實情形不同，但模式之結果顯示不論顧客端需求量的分布，模式已具備其適用性。
8. 本研究對於運輸環境限制僅討論至海運運輸方面一週五天是否每天有班次之情形，對於空運艙位容量之限制則未深入探討。本研究是以 TFT-LCD 廠商需要海運運輸艙位之多寡之角度構建模式與決定案例演練之概念，而非海運運輸業者能夠供給之艙位數量去思考問題。對於空運運輸環境限制方面之討論，TFT-LCD 廠商除了關心所需要之空運艙位之外，仍需得到進一步的資料即班機之時刻表，才能上溯至貨物之出貨時間以做詳盡完善之規劃。本研究認為後續研究能夠藉由一資料庫，包含班機出發日期、起飛時間、班機容量、進倉時間等，整合此資料庫與現有之模式，對空運運輸環境與 TFT-LCD 廠商之互動做進一步之探討。
9. TFT-LCD 廠商營運情形有可能發生存貨用盡之情形，但發生機率極低，一年至多一次至兩次。存貨用盡即是顧客臨時增加需求量相當大而存貨不足之情況，在實務界買方與賣方之合作關係，若 TFT-LCD 廠商可能延誤交貨，顧客也許會容許 TFT-LCD 廠商之延誤以取得商品，所以 TFT-LCD 廠商存貨用盡時，面臨的問題是顧客需要等待多長的時間才能夠取得貨物，亦可視為交貨時間需延後多久顧客才能獲得所需的貨物，由於顧客等待時間愈長損失愈高，而顧客之損失即是 TFT-LCD 廠商之損失，如需延後的時間愈短則損失愈低，若將目前之交貨時間延後必然影響未來的交貨時間，一方面為將損失減至最低，另一方面本研究認為不應讓顧客等待而造成損失，所以假設不足存貨量於模式中，其意義即是在廠商無法交貨時，代顧客向其他供應商購買產品，以避免顧客等待商品而造成損失。以近一兩年 TFT-LCD 廠商陸續增加生產線，整個面板產業由供不應求轉為供過於求之情形觀之，未來存貨不足之

發生率可能愈來愈低，此問題消失後，廠商則應著重需求量預估之準確性以及運輸環境之有效利用，以儘可能降低存貨成本、運輸成本、以其有效運用產能。

10. 本研究僅假設三個顧客需求點，若需增加顧客點，模式中之製造與存貨部分不會改變，而出貨部分則需增加變數代表新顧客需求點之運輸量，並於需求部分增加新顧客需求點之運輸量滿足需求之限制式。因此模式基本架構與概念仍同 4.3 節所述，僅增加變數(新顧客需求點之運輸量)與限制式。
11. 案例中之顧客點皆為較鄰近之航點，若為顧客點為遠洋航點，其海運運輸時間相當長，但實務上長程海運或空運極少一批貨物搭乘同一個班次由出發點至目的地，而香港、上海、曼谷三個地區對其他國家之目的地運輸班次其實相當多而頻繁，因此考慮這三個顧客地區，亦可延伸至其他顧客端點。
12. 目前 TFT-LCD 廠商以接單生產為主，但為預備需求量之尖峰則需以存貨式生產，由於模式是根據預估之需求量生產，當預估需求量與實際需求量有差距時，製造量無法反應其差距。因此，以存貨式生產之概念應用於模式中，即是於第三次獲第四次規劃時，增加一存貨量之限制式，使存貨量能夠於需求量尖峰之前達到能夠滿足顧客需求量之供給數量，此存貨量限制式亦是藉人為機制調整製造量，避免低估實際所需之製造量。

參考文獻

1. 張有恆，運輸經濟學，華泰書局，民國 81 年 7 月。
2. 張有恆，物流管理，華泰書局，民國 87 年 9 月。
3. 吳俊雄，液晶顯示器產業專題報告，工業技術研究院光電工業研究所，民國 87 年。
4. 劉慶全，液晶顯示器產業發展現況與台灣LCD上游商機探討，工業技術研究院光電工業研究所，民國 89 年。
5. Pankaj Ghemawat，『經營錦囊·距離仍舊是問題』，哈佛商業評論中文版，第 1 期，民國 90 年 10 月。
6. 張家祝、賈凱傑，『廠商全球供應鏈趨勢下之運籌發展』，經濟前瞻，第 80 期，頁 123-126，民國 91 年 3 月。
7. 賈凱傑，『跨國公司供應鏈調整模式及其對運輸服務型態之影響-以資訊電子業跨國公司為例』，國立交通大學交通運輸研究所博士論文，民國 91 年 6 月。
8. 曾淑華、林銘貴，光電工業年鑑，工業技術研究院產業經濟與資訊服務中心，民國 92 年。
9. 常書娟，『以台商的觀點分析比較兩岸物流發展之現況與展望』，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 92 年 6 月。
10. 蔣漢旗，『台、韓 TFT-LCD 製造發展策略比較分析之研究』，國立交通大學經營管理研究所碩士論文，民國 92 年 6 月。
11. 倪安順、林光，港埠經營與管理，航貿文化事業有限公司，民國 93 年。
12. 張瓊玉，國際貿易實務，五南圖書出版有限公司，民國 91 年。
13. 曾俊鵬，國際貨櫃運輸實務，華泰文化事業股份有限公司，民國 87 年。
14. 林信得、凌鳳儀，航空運輸學，文笙書局股份有限公司，民國 86 年。
15. Antti Lehmusvaara, "Transport time policy and service level as components in logistics strategy: A case study," International Journal of Production Economics, Vol. 56-57, pp.379-387, 1998.
16. Bruce C. Arntzen, Gerald G. Brown, Terry P. Harrison, Linda L. Trafton, "Global

- supply chain management at digital equipment corporation,” Interfaces, Vol. 25:1, pp.69-93, 1995.
17. Chopra Sunil, Peter Meindl, Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation, 2nd. Ed., Prentice Hall, 2004.
 18. James Aitken, Paul Childerhouse, Denis Towill, “The impact of product life cycle on supply chain strategy,” International Journal of Production Economics, Vol. 85, pp.127-140, 2003.
 19. Jan Olhager, “ Strategic positioning of the order penetration point,” International Journal of Production Economics, Vol. 85, pp.319-329, 2003.
 20. Kee-Hung Lai, E.W.T. Ngai, T.C.E. Cheng, “An empirical study of supply chain performance in transport logistics,” International Journal of Production Economics, Vol. 87, pp.321-331, 2004.
 21. Markus Hesse, Jean-Paul Rodrigue, “The transport geography of logistics and freight distribution,” Journal of Transport Geography, 12, pp.171-184, 2004.
 22. Masatoshi Sakawa, Ichiro Nishizaki, Yoshio Uemura, “Fuzzy programming and profit and cost allocation for a production and transportation problem,” European Journal of Operational Research, Vol.131, pp.1-15, 2001.
 23. Morris A. Cohen, Hau L. Lee, “Strategic analysis of integrated production-distribution systems: model and method,” Operation Research, Vol.36, No.2, pp.216-228, 1988.
 24. Morris A. Cohen, Sanqwon Moon, “Impact of production scale economies, manufacturing complexity, and transportation costs on supply chain facility networks”, Journal of Manufacturing and Operations Management, 3, pp.269-292, 1990.
 25. Ricardo Ernst, Bardia Kamrad, “Evaluation of supply chain structures through modularization and postponement,” European Journal of Operational Research, Vol.124, pp.495-510, 2000.
 26. S. Dowlatshahi, “The role of logistics in concurrent engineering,” International Journal of Production Economics, Vol. 44, pp.189-199, 1996.
 27. Ulla Lehtinen, “Subcontractors in a partnership environment: A study on changing manufacturing strategy,” International Journal of Production Economics, Vol. 60-61, pp.165-170, 1999.

28. Warnock Davies, Kathleen E. Brush, “High-tech industry marketing: the elements of a sophisticated global strategy,” Industrial Marketing Management, 26, pp.1-13, 1997.

簡 歷



姓 名： 陳美好

籍 貫： 台灣省台中縣

電子信箱： meiyu.tt92g@nctu.edu.tw

學 歷：

民國 94 年 12 月 交通大學交通運輸研究所碩士班畢業

民國 92 年 6 月 逢甲大學交通工程與管理學系畢業