

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。

陳美好 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

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。

實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。

1.3.1TFT-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。

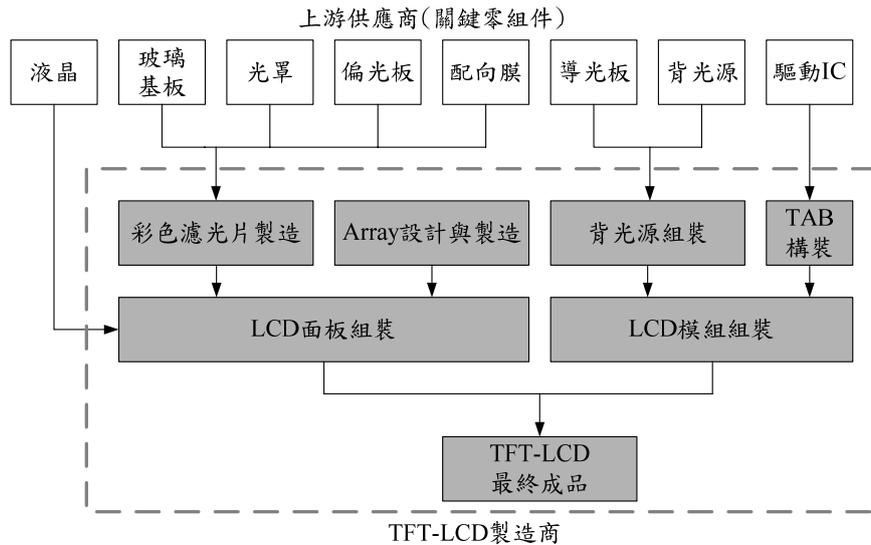


圖 1.1 TFT-LCD 面板製造廠商生產流程與上游供應商示意圖
資料來源：劉慶全[4]

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。

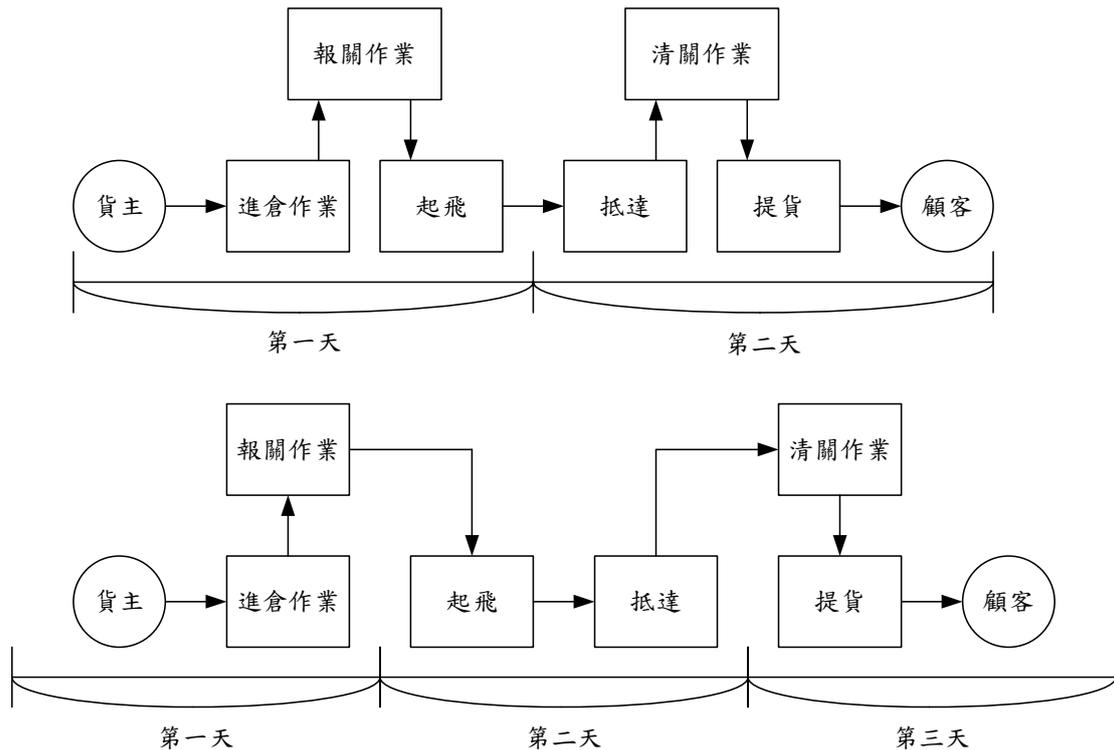


圖 1.2 空運流程簡圖

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。

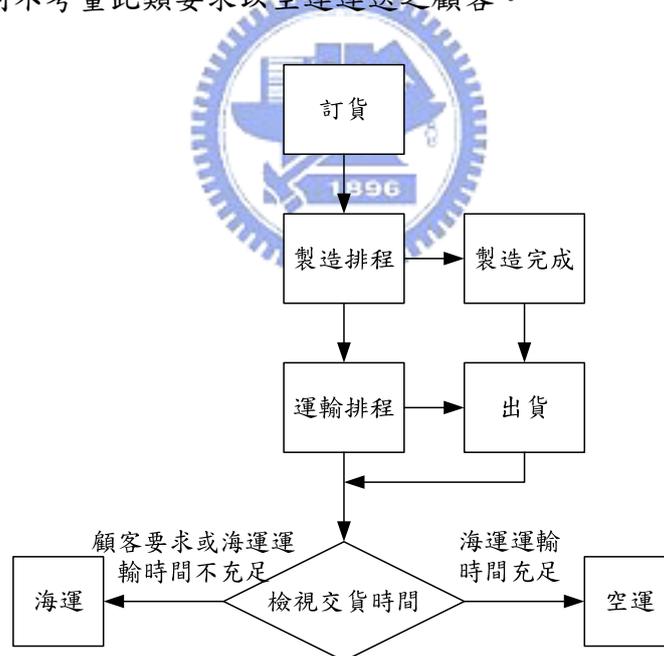


圖 1.3 TFT-LCD 面板製造廠商流程

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。

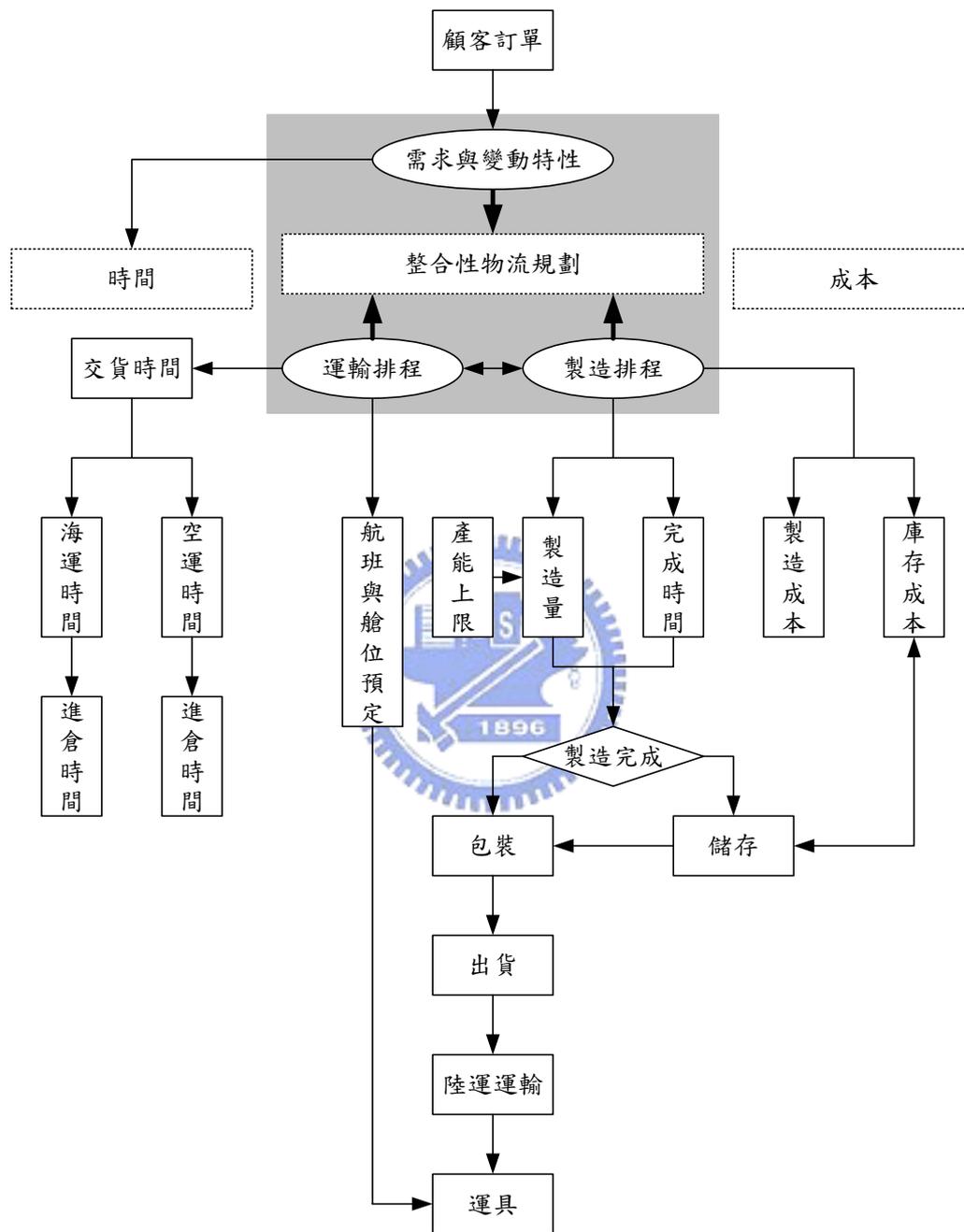


圖 1.4 研究架構圖

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。

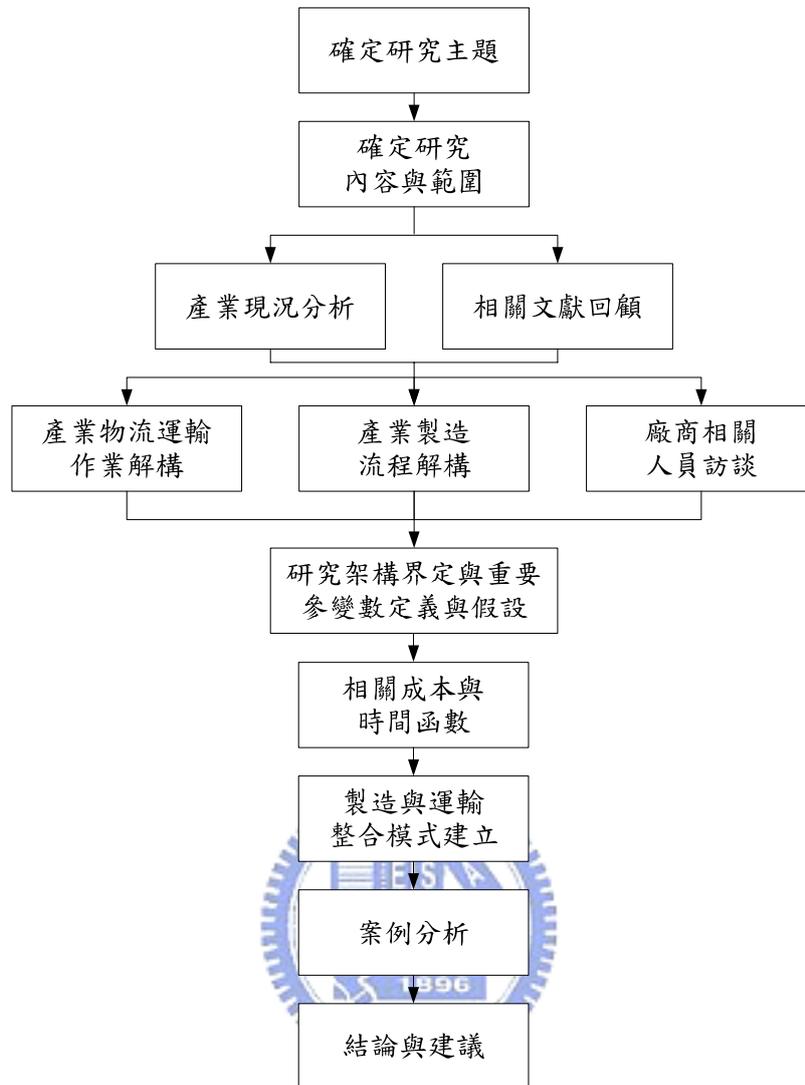


圖 1.5 研究流程圖

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。

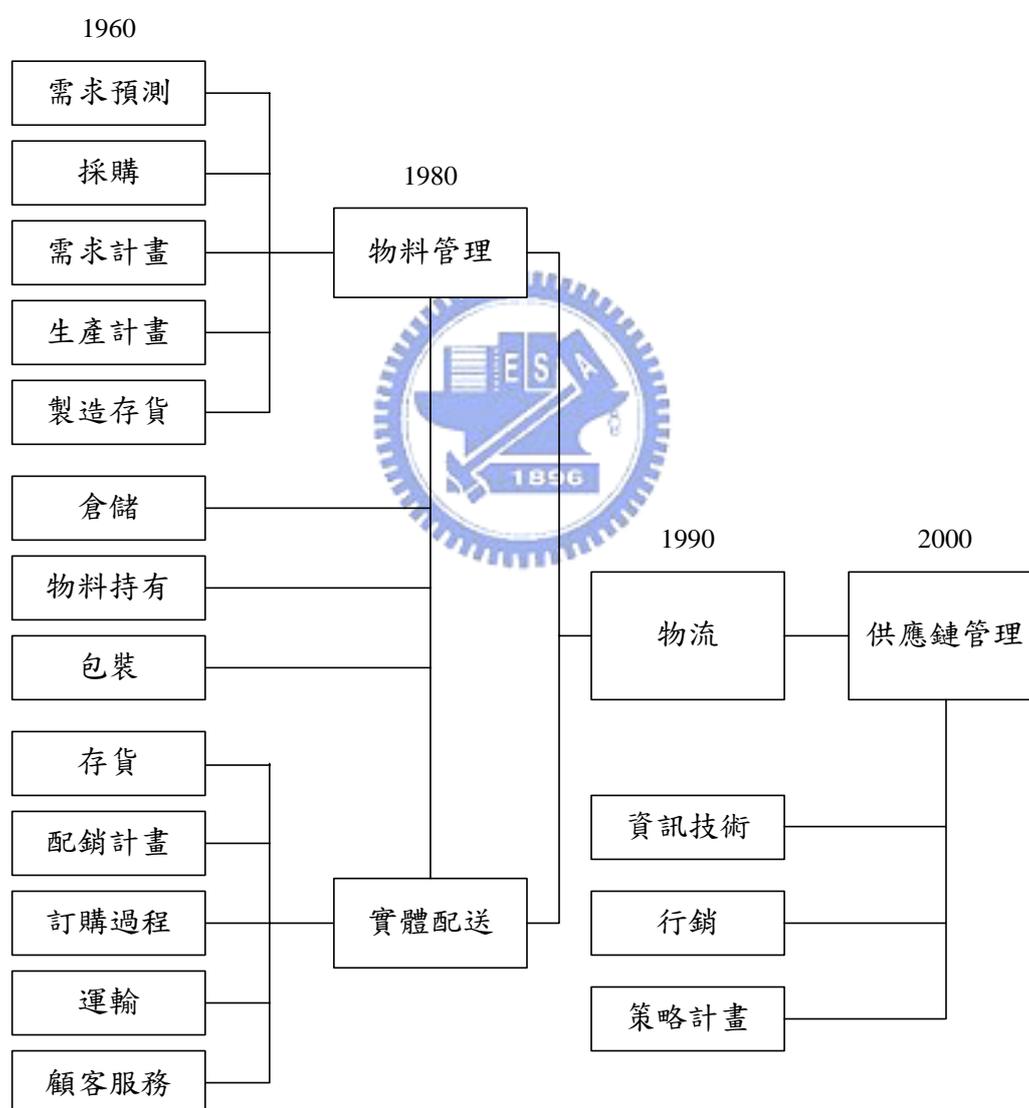


圖 1.6 1960-2000 物流整合的進化
資料來源：Markus& Jean-Paul[21]

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，亦應加強研發創新的能力；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可以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)。在考量各國家、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。



