

## 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

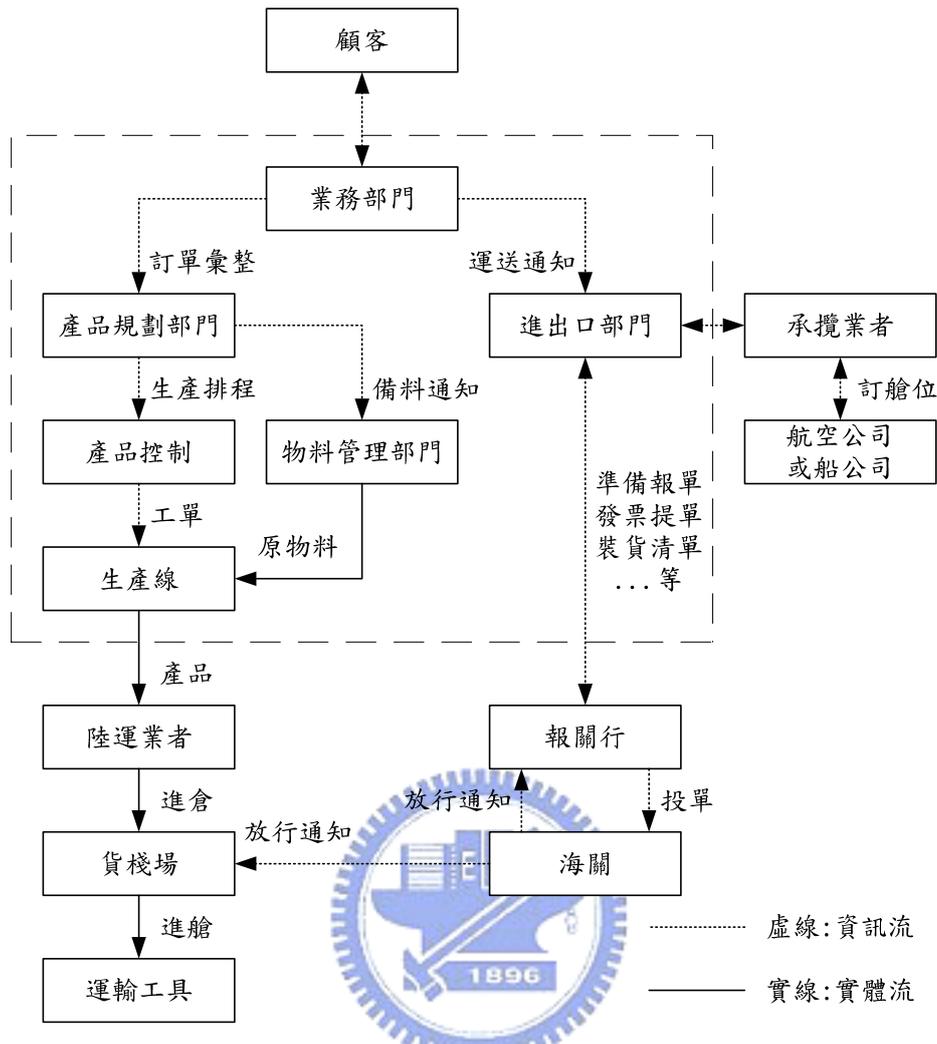
TFT-LCD 面板製造廠商沒有辦法早一點交貨，交貨的時間則亦是由業務部門與顧客協調達到彼此最理想的協定。

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。



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良好的訂艙位能力；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C1<sup>1</sup>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。

<sup>1</sup> 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<sup>2</sup>，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定數量(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 Inventory<sup>3</sup>) 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

<sup>2</sup>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、九十二年表揚之進出口績優廠商。

<sup>3</sup>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。

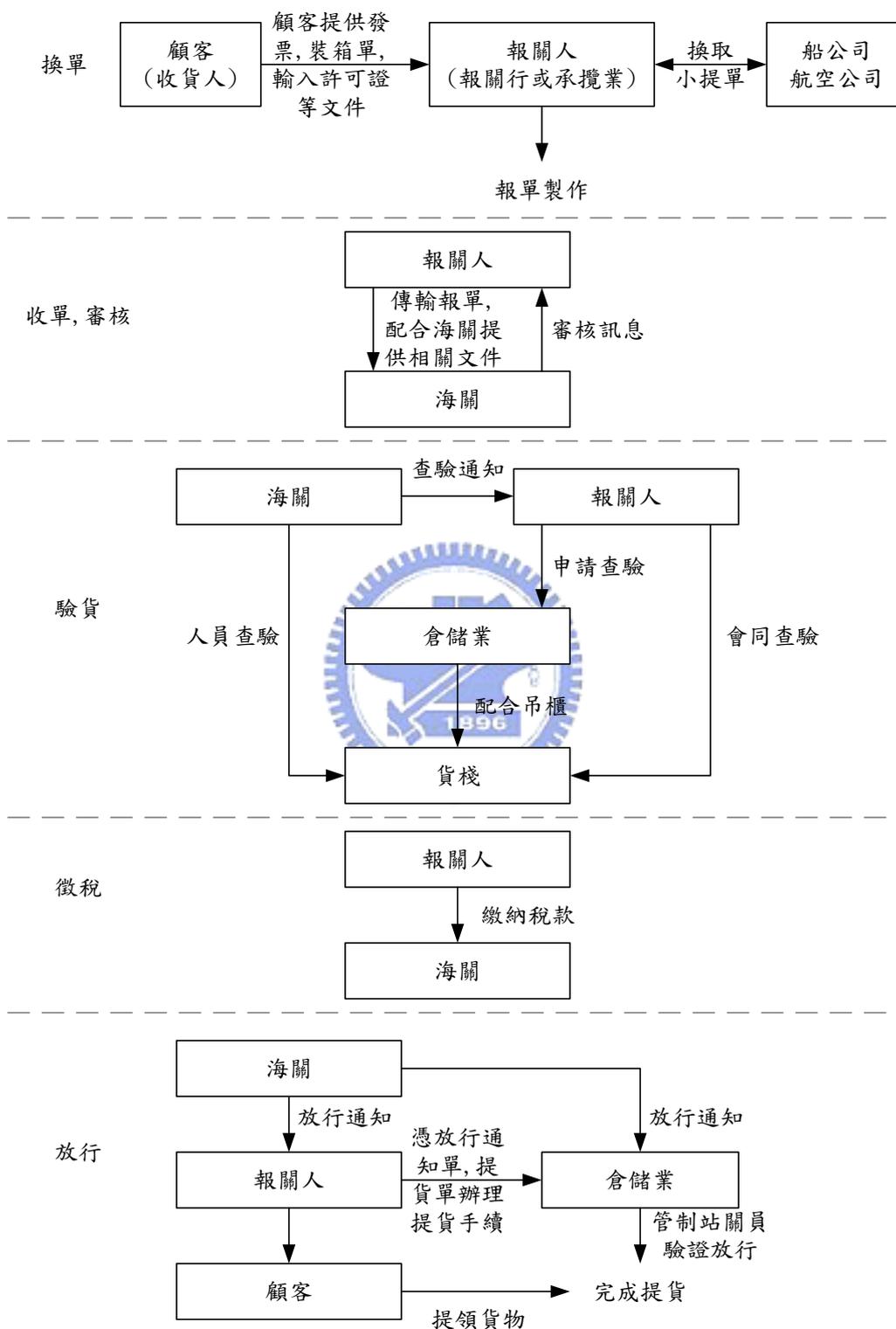


圖 3.2 進口報關流程圖

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，但該需求量为顧客之預估值，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，在顧客實際需求產生時，亦能根據實際需求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。

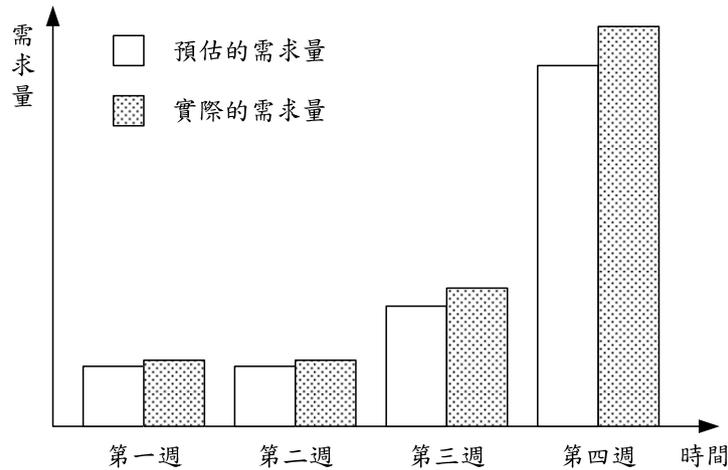


圖 4.1 預估需求量與實際需求量差異

#### 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<sup>4</sup>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

<sup>4</sup>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。



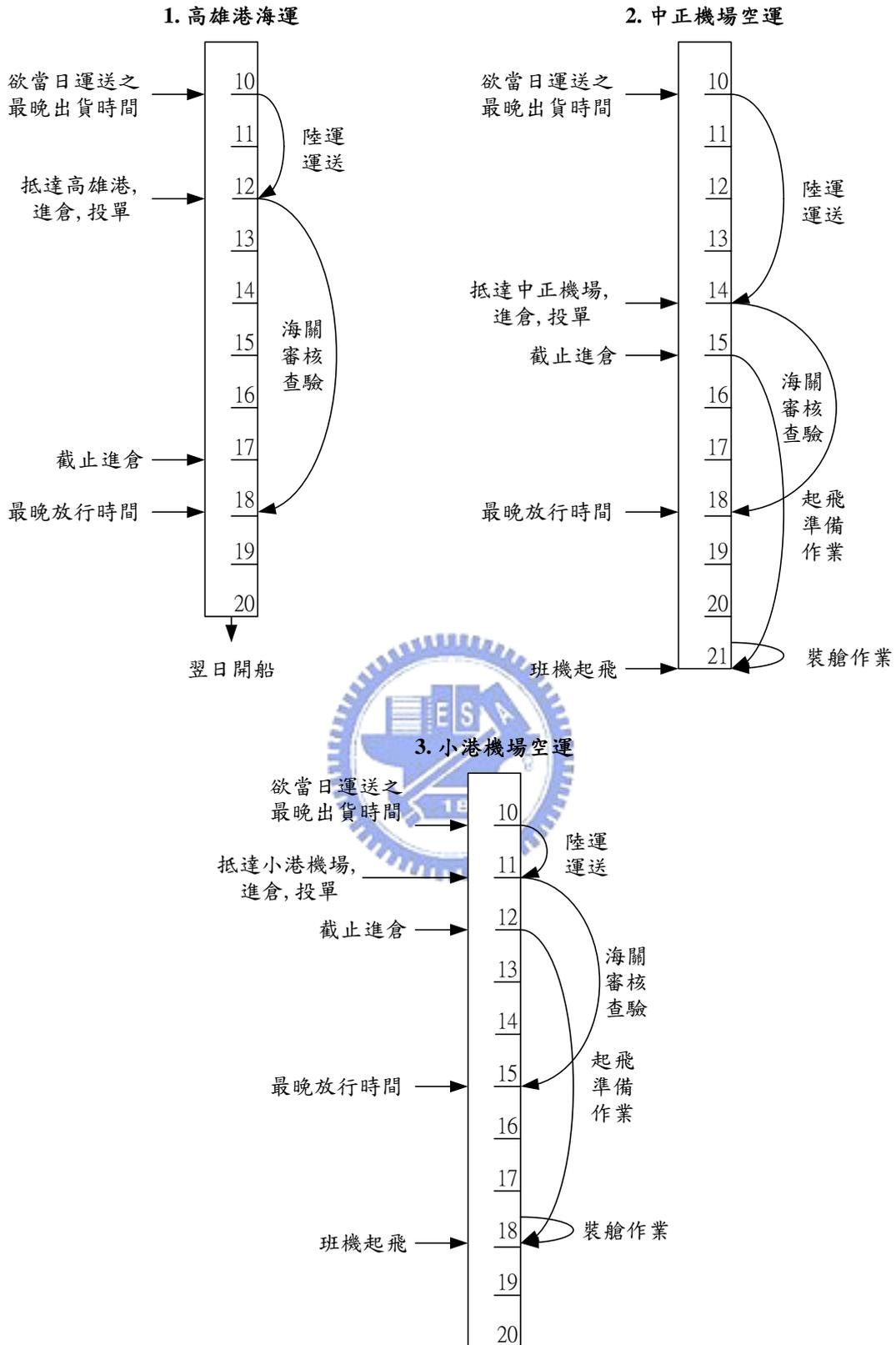


圖 4.2 出貨日之時間流程

## 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。

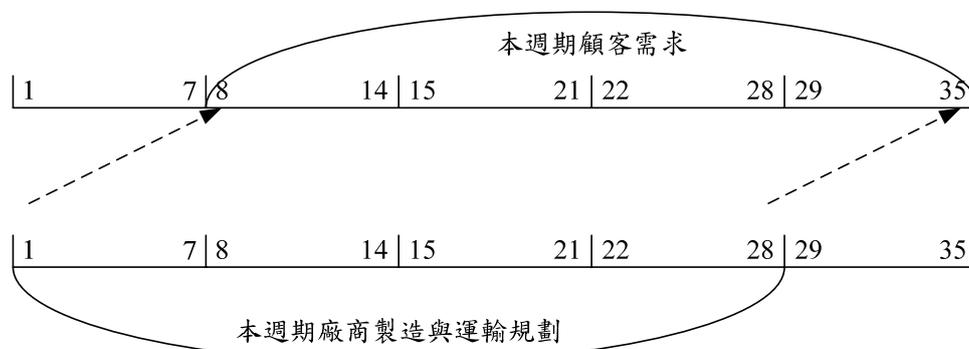


圖 4.3 模式之週期說明

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。

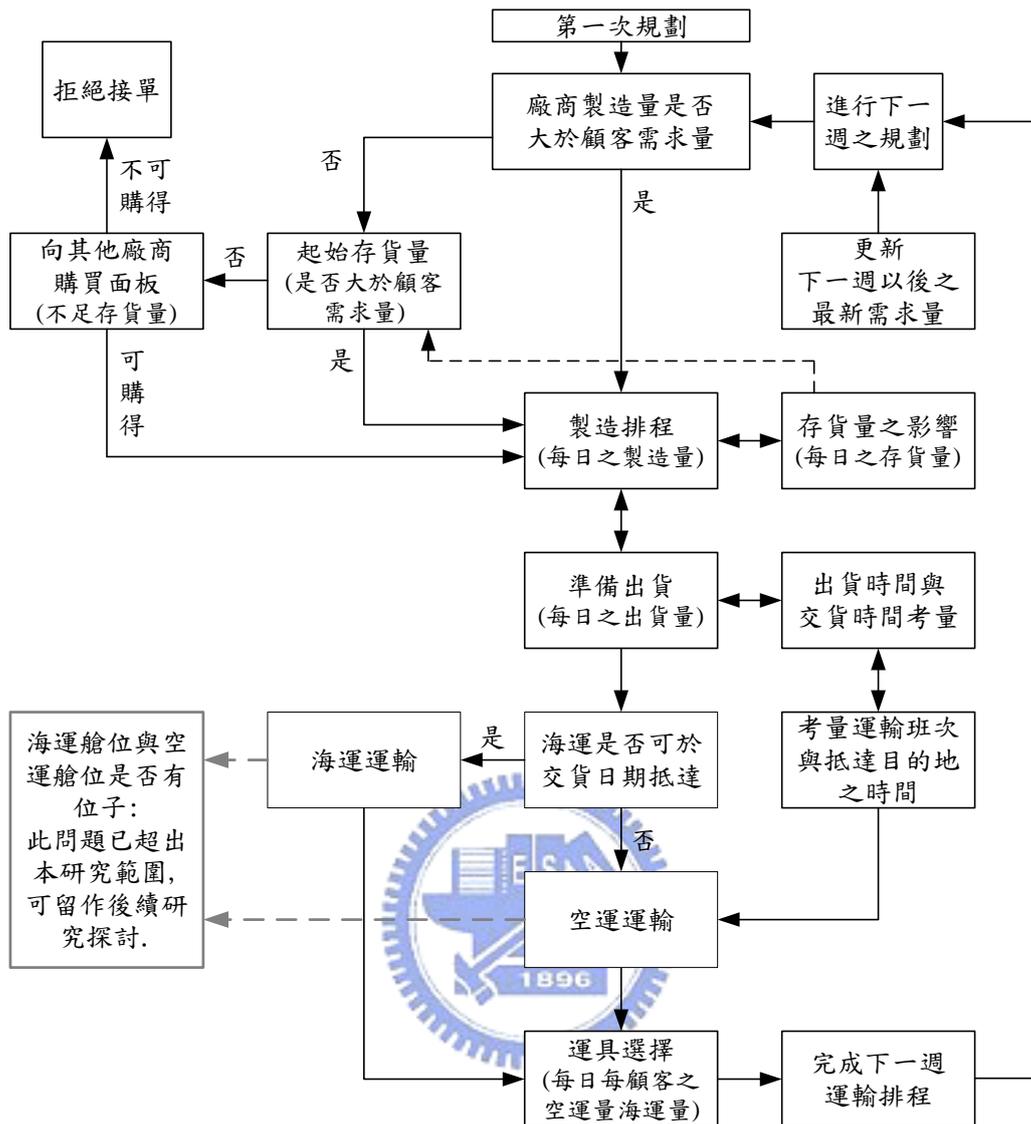


圖 4.4 模式架構圖

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。

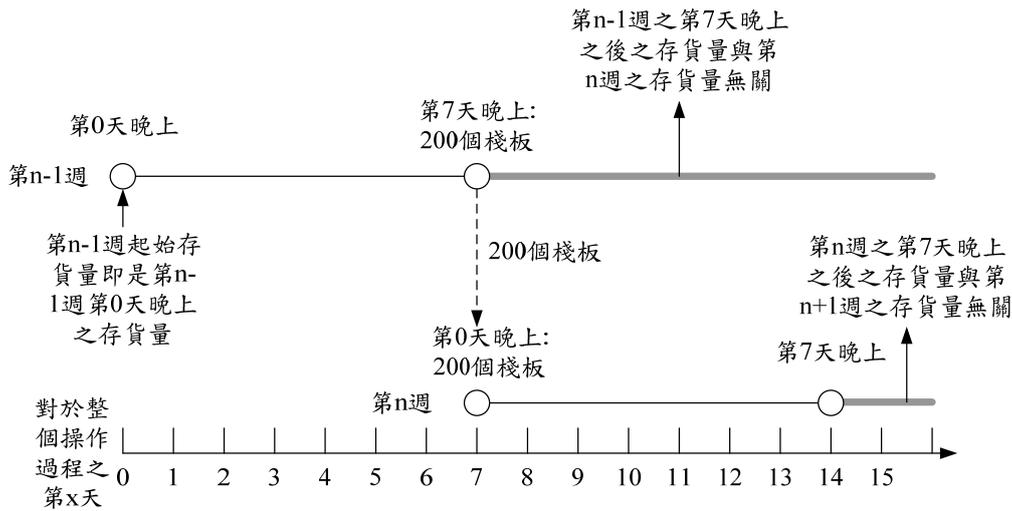


圖 4.5 本週期起始存貨量與本週期最後存貨量說明圖

#### 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。

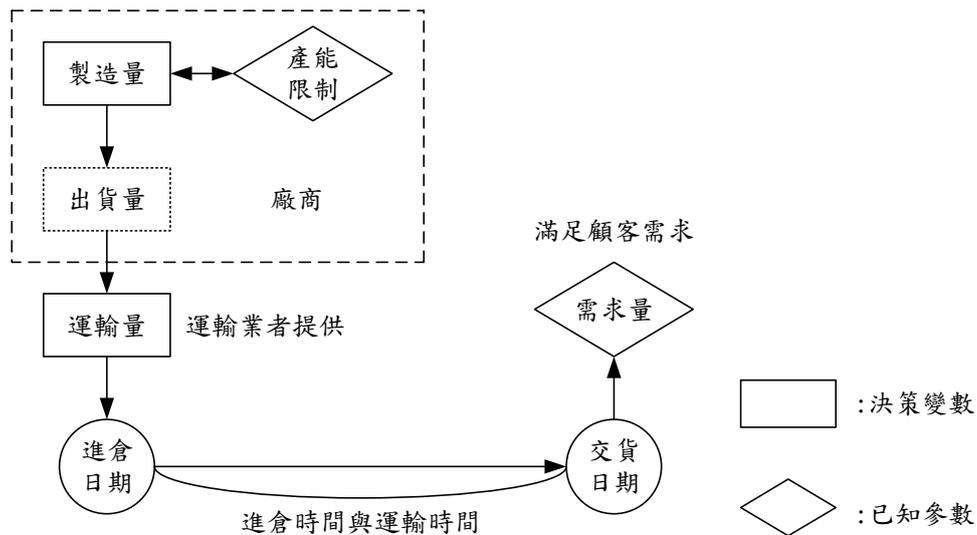


圖 4.6 運輸量與需求量說明圖

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<sup>5</sup>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。

<sup>5</sup> 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：

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

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)。

$X_{li}$ ：代表本週期第  $i$  天之存貨量(單位：棧板)。

$Y_l$ ：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)。

$C_{li}$ ：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。

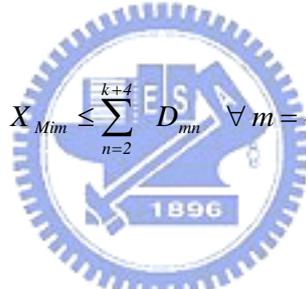
限制式(3)是需求量之限制式。對於下游顧客而言，若 TFT-LCD 面板在交貨日期之後到達，該貨物對於顧客的價值極低，因此限制式限制貨物能夠提早到達而不能延遲到達。所以若欲前往目的地  $m$  之貨物在交貨日期  $n$  當日抵達，空運最快之班次需在交貨日期  $n$  扣除空運一般貨運輸時間與進倉時間( $T_{1Am}$ )的日期出貨，次之班次需在交貨日期  $n$  扣除空運一般貨運輸時間與進倉時間( $T_{2Am}$ )的日期出貨，海運則需在交貨日期  $n$  扣除海運運輸時間與進倉時間( $T_{Mm}$ )的日期出貨。因此限制式(3)代表對於每一個目的地  $m$ ，從本月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

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



