

國立交通大學
工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

TFT-LCD 模組廠考量物料配置之主生產排程規
劃系統之構建

The Design of Master Production Scheduling
System with Consideration of Material Allocations
for TFT-LCD Module Factory

研究生：王柏懿

指導教授：鍾淑馨 博士

中華民國九十七年七月

TFT-LCD 模組廠考量物料配置之主生產排程規劃系統之構建

The Design of Master Production Scheduling System with
Consideration of Material Allocations for TFT-LCD Module
Factory

研究生：王柏懿

Student : Po-Yi Wang

指導教授：鍾淑馨 博士

Advisor : Dr. Shu-Hsing Chung



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Industrial Engineering

July 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年七月

TFT-LCD 模組廠考量物料配置之主生產排程規劃系統之構建

研究生：王柏懿

指導教授：鍾淑馨 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

摘要

薄膜液晶顯示器之製造流程依序為陣列、組立與模組製程。模組廠生產之產品種類繁多且瓶頸工作站換線耗時，且須因應顧客對產品有其特定之符合率和零輝點率下限之要求；另外，每一產品對應之物料群組中，有物料替代之問題。有鑒於此，本文擬建構一良好之主生產排程規劃系統，來有效減少換線次數、增進配貨效率和降低物料購買和庫存成本，使顧客達交最大化。

本規劃系統內含兩個模組，分別為「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」與「物料規劃模組」。首先，「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」針對已知預定 LCD 半成品來料數量和各顧客訂單需求量情況下，考量換線時間和顧客之符合率和零輝點率，建構一線性規劃模式，並以利潤最大化為目標，規劃出應生產之最適產品/等級組合、生產順序，及配置給每一訂單之產品等級和數量。再者，「物料規劃模組」承接「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」所求解出各期產品之生產數量，考量物料替代之特性，針對模組廠各期所生產之產品，以數學規劃模式求解各關鍵物料需求量。

案例結果顯示，本文所發展之主生產排程規劃系統不僅有效減少換線次數、充分利用瓶頸資源；而配貨效率和物料之備料成本方面，亦有良好之成效，可達到達交最大化之目標。整體而言，本規劃系統可以快速得知各產品/等級生產數量以及各訂單之配貨組態，此結果可作為現場規劃人員決策之重要依據。

關鍵詞：薄膜液晶顯示器、模組廠、主生產排程系統、符合率、零輝點率、物料替代、產品/等級

The Design of Master Production Scheduling System with Consideration of Material Allocations for TFT-LCD Module Factory

Student : Po-Yi Wang

Advisor : Dr. Shu-Hsing Chung

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

Abstract

The manufacturing of TFT-LCD includes of array, cell and module assembly process. Module assembly produces various products and must meet the customers' specific qualification, including fulfill rate and zero bad defect rate. Moreover, the setup time of bottleneck workstation is very long. Also, material substitution problem is existed in the material grouping of each product type. Thus, the thesis developed a master production scheduling system to decrease the number of setups, to increase the efficiency of order allocation and to reduce the purchasing and holding cost of material.

The proposed system comprises two modules: bottleneck scheduling with order allocation module and material planning module. The bottleneck scheduling with order allocation module is used to plan the product and rank mix for material release, the producing sequence, and the amount of each rank/product type allocated to each order. To maximize the profit, it uses a linear programming model which takes setup time, fulfill rate and zero bad defect rate into account given the quantity of LCD arrivals and the demand of each order. Furthermore, with the planning results about the production quantity of each rank/product type in each period, the material planning module generates mathematical model to solve the amount of critical material needed with consideration of the property of material substitution.

Experimental shows that the proposed master production scheduling system not only is capable of reducing the number of setups efficiently and utilizing the bottleneck effectively; it can also perform well in efficiency of order allocation and of of the critical material preparation, which leads to maximizing order fulfillment. In summary, the planning system can schedule

the production quantity of each rank/product type and can allocate these products to order promptly.

Keywords: TFT-LCD, Module factory, Master production scheduling system, Fulfill rate , Zero bad defect rate , Material substitution, Rank/product type



致謝

終於熬到拿畢業證書這一刻了!!

回首在風城六個寒暑，如白駒過隙。當初帶著濃濃的鄉音前來，甚至被誤以為是僑生的我，已然融入這裡的一切，只是離別亦近。學成歸鄉縱是滿心歡喜，卻也惆悵。

得以擁有這份喜悅，首先要感謝鍾淑馨教授這三年半來的悉心指導，從專題到論文，循序漸進的引領我進入學術大門。在跟老師相處過程中，不管是學術上或是待人處世上，皆從老師身上看到嚴謹的精神，這應該就是台灣話所說的”頂金”吧！也感謝彭文理老師、吳泰熙老師、楊明賢老師和黃俊穎老師在論文上所給的寶貴建議，謝謝。

在論文這條路上，必須感謝諸多學長姐的提攜。元銘學長沒有你，我的論文方向，應該還在浩瀚的學術大海中迷航，謝謝你提供很多關於實務上的建議；一平學長，你真是課業和玩樂兩相宜的好學長，泳渡日月潭、實驗室出遊和壘球隊比賽都是我在研究生涯很難忘且快樂的回憶，從在壘球場上互相激勵的熱情到幹角對手的同仇敵愾，真的要感謝你給我這麼多人生體驗；感謝威良學長，在無數作研究苦悶的週末中，熱心帶我們去外面覓食，讓我暫時忘卻論文的煩惱，還有你的開車技術真的一流，快速馳騁在大山背的山路上真是讓我不亦樂乎，但也讓我了解到生命的可貴；愉翔學長，你特殊的人生經歷豐富了我的視野，希望下次回來看大家的時候，跟你講話你不再只是跟我講說”阿~~你欸慢拉”。還有于婷學姊、志文學長、bobo 大師姐、孟儒、東錡、耀昇、書銘，謝謝你們論文經驗上的傳承和寶貴經驗，另外要感謝實驗室學弟妹在口試期間幫忙處理雜事，讓我們得以專心的面試。

再來就是感謝這兩年跟我同甘共苦的戰友們。迪橋，你對人的耐心和做事的細心真的讓我佩服不已，人家說百年修得同船渡，跟你一年來坐在一起手肘碰手肘的緣分，更是筆墨難以形容；小毛，用刻苦耐勞、任勞任怨都不足以來形容你的好，同樣總是身為大家取笑的對象，終究相信我們會贏在終點的，加油；苗人，瀟灑走一回這首歌是你人生的主題曲，在與你言談過程中，常賜予我很多醍醐灌頂的想法，受益匪淺阿；小潔，你是

熱心助人的代表，跟你在實驗室鬥嘴，是我每天主要娛樂之一，接下來在論文這條路上妳要繼續加油，有問題記得找我們幫忙；還有常常被我們叫廢物的俊昇，雖然你常常來蠶食鯨吞我們實驗室的糧食，但是也常常在我們苦悶時，帶給我們實驗室很多的歡樂；另外，跟我一起住了兩年的室友horse，和你一起半夜幫王建民加油的傻勁，現在想想都覺得很好笑。當然還有分散在清大和交大的駒秉尤們，六年的聚首到此看似劃下句點，我們都知悉朋友是一輩子的，總會再相會。

當然，要感謝我的家人，在求學路上沒有爸媽的堅持和期望，我無法走到這裡。在我遭遇困難時，爸爸總會給我無畏的態度去面對挑戰，而媽媽總是不厭其煩的鼓勵我，真的謝謝你們。感謝大姐、大哥、二姐在我忙於論文時，幫我分攤家務，有你們才讓我更能無後顧之憂作研究。最後，要祝福在我論文口試完不久辭世的奶奶，願您在另外一個世界能夠安息，六年前的暑假，您含著不捨淚水目送我離鄉求學的背影，六年後換我含著淚水陪你走完人生最後一段路，沒能來得及與您分享這份喜悅，無限感慨！

是大家的陪伴和支持，讓我得以至此，現在即將踏入人生另一旅程，多了點責任，少了點嬉笑，必須以更嚴肅的態度來面對接下來的人生挑戰，由衷感謝大家，期待下次的因緣際會。

柏懿 2008.8.25 于交大

目錄

摘要	i
Abstract	ii
致謝	iv
目錄	vi
圖目錄	viii
表目錄	ix
符號一覽表	xi
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 研究範圍與限制	4
1.4 研究步驟與方法	5
第二章 文獻探討	7
2.1 TFT-LCD 產品簡介	7
2.1.1 TFT-LCD 三階段製程簡介	8
2.1.2 陣列製程(Array)介紹	9
2.1.3 組立製程(Cell)介紹	10
2.1.4 模組製程(Module Assembly)介紹	14
2.2 APS 簡介	16
2.2.1 APS 運用在 TFT-LCD 產業	18
2.2.2 可允諾機制	19
2.3 TFT-LCD 模組廠之生產規劃相關文獻	21
第三章 模式建構	24
3.1 問題定義與分析	24
3.1.1 TFT-LCD 模組廠生產環境和製程特性	26
3.1.2 配貨問題和顧客訂單要求說明	28
3.2 整體邏輯與架構	31
3.3 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組	33
3.3.1 瓶頸站排程和配貨機制	34
3.3.2 瓶頸工作站規劃結果評估機制	45
3.3.3 瓶頸工作站規劃結果調整機制	47
3.4 物料規劃模組	53
3.4.1 關鍵物料規劃機制	55
第四章 實例驗證	61

4.1 系統環境說明	61
4.1.1 生產環境資料	61
4.1.2 生產規劃假設	72
4.2 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組執行過程與規劃結果	74
4.2.1 案例一. 產能和 LCD 半成品來料充足情況下	74
4.2.2 案例二. 產能和 LCD 半成品來料不充足情況下	86
4.2.3 案例三. LCD 半成品來料以新增來料模式求得之情況	93
4.3 物料規劃模組執行過程與規劃結果	96
4.3.1 關鍵物料規劃機制	96
4.4 成效分析	106
第五章 結論與未來研究方向	110
5.1、結論	110
5.2、未來研究方向	111
參考文獻	112
附錄	114
附錄 A 以 4.1 節範例資料(案例一)利用瓶頸工作站排程和配貨機制求得之 結果	114
附錄 B 以案例二資料利用瓶頸工作站排程和配貨機制求得之結果	127
附錄 C 以案例二資料利用 3.3.3 節新增 LCD 半成品來料數學規劃模式求得 之結果	129
附錄 D 以案例二資料利用瓶頸工作站排程和配貨機制加調整訂單限制式 求得之結果	132
附錄 E 以案例三資料利用瓶頸工作站排程和配貨機制求得之結果	136
附錄 F 以 4.1 節範例資料利用關鍵物料規劃機制	138
附錄 G 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組各案例交貨批之加權零輝點率	147

圖目錄

圖 1-1 研究範圍與限制.....	4
圖 1-2 研究步驟與方法.....	6
圖 2-1 TFT-LCD 生產製程結構圖.....	8
圖 2-2 薄膜電晶體陣列製程流程圖[11].....	9
圖 2-3 舊世代組立製程之流程圖[9].....	11
圖 2-4 傳統液晶注入示意圖[4].....	12
圖 2-5 新世代組立製程之流程圖[4].....	13
圖 2-6 滴下式注入法[4].....	13
圖 2-7 模組製程流程圖[15].....	15
圖 2-8 ATP 系統建構.....	20
圖 3-1 TFT-LCD 模組廠生產環境問題.....	26
圖 3-2 配貨兩階段示意圖.....	29
圖 3-3 整體邏輯架構圖.....	32
圖 3-4 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組流程圖.....	33
圖 3-5 顧客訂單配貨示意圖.....	37
圖 3-6 產品換線示意圖.....	41
圖 3-7 符合率和零輝點率對於達交率之關係圖.....	43
圖 3-8 瓶頸工作站規劃結果評估機制流程圖.....	45
圖 3-9 瓶頸工作站規劃結果調整機制流程圖.....	47
圖 3-10 調整訂單達交量流程圖.....	51
圖 3-11 物料規劃模組流程圖.....	53
圖 3-12 物料結構示意圖.....	55
圖 3-13 物料類型和物料編號示意圖.....	56
圖 3-14 產品之各物料類型需求量示意圖.....	57
圖 4-1 週期 1 生產換線甘特圖.....	77
圖 4-2 週期 2 生產換線甘特圖.....	77

表目錄

表 2-1 陣列製程的加工設備及製程特性[11][13]	10
表 2-2 組立製程之製造流程和特性[11][19]	10
表 2-3 典型 ERP 規劃系統與 APS 的比較表[7]	16
表 2-4 模組廠相關文獻比較	23
表 4-1 各產品之成本和收益資料	62
表 4-2 各產品等級之零輝點率	62
表 4-3 各產品等級 LCD 半成品各期來到量(T=1~10)	63
表 4-4 產品原物料需求量	66
表 4-5 各物料類型編號之來到量	66
表 4-6 物料群組資料表	68
表 4-7 各產品等級對應各顧客之符合率	69
表 4-8 顧客訂單需求資料表	70
表 4-9 顧客訂單編號資料	71
表 4-10 產品加工時間和設置時間相關資料	72
表 4-11 模組廠瓶頸工作站相關資料	72
表 4-12 ILOG 數學模式之統計資訊	74
表 4-13 產能利用率和換線次數表	75
表 4-14 第 1 期排程結果	76
表 4-15 第 2 期排程結果	76
表 4-16 各產品訂單需求量和產出量	79
表 4-17 產品 A 訂單需求配貨表	82
表 4-18 產品 B 訂單需求配貨表	82
表 4-19 產品 C 訂單需求配貨表	83
表 4-20 產品 D 訂單需求配貨表	83
表 4-21 產品 E 訂單需求配貨表	84
表 4-22 產品 F 訂單需求配貨表	84
表 4-23 規劃幅度末各產品等級 LCD 半成品剩餘量	85
表 4-24 顧客需求量和交期(案例二)	86
表 4-25 各產品等級 LCD 半成品各期來到量(T=1~5)	87
表 4-26 ILOG 數學模式之統計資訊(案例二)	87
表 4-27 各產品訂單需求量和產出量(案例二)	88
表 4-28 各機台剩餘產能($RC_{m,t}$)(單位：秒)	89
表 4-29 各產品等級來料成本	89
表 4-30 各產品等級建議來料數量	90
表 4-31 新增來料後之未滿足顧客訂單	90
表 4-32 各機台剩餘產能($RC_{m,t}$)(單位：秒)	91
表 4-33 調整後未滿足顧客訂單(單位：片)	91
表 4-34 執行瓶頸工作站規劃結果調整比較表	92

表 4-35 各產品等級建議來料數量(T=1~5)(案例三)	94
表 4-36 各產品訂單需求量和產出量(案例三)	95
表 4-37 ILOG 數學模式之統計資訊	96
表 4-38 各期產品之生產數量	97
表 4-39 第一期產品 A 之相關決策變數和物料需求表	98
表 4-40 各期之物料類型編號需求量(T=1~10)	99
表 4-41 各期之物料類型編號購買量(T=11~20)	103
表 4-42 規劃幅度末各物料類型編號剩餘量	105
表 4-43 交貨批之加權零輝點率和顧客要求零輝點率下限達成表	106
表 4-44 各顧客交貨批之加權零輝點率和顧客要求零輝點率下限達成表	107
表 4-45 各物料類型之主料和替代料配置情形	109



符號一覽表

符號下標說明：

- o ：訂單編號 ($o=1,2,3\dots O$)
- p ：產品別 ($p=1,2,3\dots P$)
- r ：LCD 半成品面板等級 ($r=1,2,3\dots R$)
- t ：時間週期 ($t=1,2,3\dots T$)
- m ：瓶頸工作站 BN 機台編號 ($m=1,2,3\dots M$)
- d ：產品組成之物料類型 ($d=1,2,3\dots D$)
- e ：物料類型之物料編號 ($e=1,2,3\dots E_d$)

瓶頸工作站排程和訂單配貨模組符號表：

➤ 輸入參數：

- $ar_{p,r,t}$ ：組立廠產品 p 等級 r 之 LCD 半成品在第 t 期之來到量
- $hpi_{p,r,beg}$ ：產品 p 等級 r 之 LCD 半成品之期初庫存量
- $dd_{o,p}$ ：訂單編號 o 產品 p 之交期
- $dq_{o,p}$ ：訂單編號 o 產品 p 之需求量
- $pr_{o,p}$ ：訂單編號 o 產品 p 每單位預期收入
- $pr'_{o,p}$ ：訂單編號 o 產品 p 剩餘符合貨之每單位另售收入
- pt_p ：產品 p 每單位加工時間
- $cap_{m,t}$ ：瓶頸機台 m 在第 t 期之可用產能
- $zbd_{o,p}$ ：訂單編號 o 之零輝點率要求下限
- $ug_{o,p,r}$ ：訂單編號 o 對於產品 p 等級 r 之 LCD 半成品面板投入產出之符合率
- $bd_{p,r}$ ：產品 p 等級 r 之 LCD 半成品投入產出後之零輝點率
- $mc_{p,r}$ ：生產產品 p 等級 r 之每單位生產成本
- $uc_{o,p}$ ：在規劃週期內未滿足訂單編號 o 產品 p 之每單位懲罰成本

ci_p : 產品 p 次級成品單位收入

$hp_{p,r,T}$: 模組廠產品 p 等級 r 之 LCD 半成品在第 T 期(規劃幅度末)之剩餘量

$cc_{p,r}$: 模組廠產品 p 等級 r 之新增來料之額外成本

l : 規劃幅度, 即 28 天。

LB : 未滿足訂單不得小於之預設值

➤ 決策變數:

$X_{p,r,m,t}$: 在第 t 期指派給瓶頸機台 m 生產產品 p 等級 r 之 LCD 半成品投入生產之數量

$RC_{m,t}$: 在第 t 期瓶頸機台 m 所剩餘之產能

$AQ_{o,p,r,t}$: 在第 t 期分配給訂單編號 o 以產品 p 等級 r LCD 半成品投入生產之數量

$RAQ_{o,p}$: 在交期前, 符合訂單編號 o 產品 p 之數量

$SUR_{o,p}$: 分派給訂單編號 o 產品 p 所產生之剩餘符合貨庫存

$VAQ_{o,p}$: 分派給訂單編號 o 產品 p 所產生之次級成品量

$US_{o,p}$: 規劃週期內未滿足訂單編號 o 產品 p 之數量

$HP_{p,r,t}$: 產品 p 等級 r 之 LCD 半成品在第 t 期的剩餘量

$VHBD_{o,p}$: 分派給訂單編號 o 產品 p 所產生之符合貨而有輝點之次級成品量

$NAR_{p,r,t}$: 模組廠產品 p 等級 r 之 LCD 半成品在第 t 期之建議新增來到量

➤ 工作變數:

$\delta_{p,m,t}$: 0-1 變數。在第 t 期, 產品 p 是否在 m 機台上生產, 若是則為 1; 否為 0

$\psi_{p,m,t}$: 0-1 變數。在第 t 期, 產品 p 是否在 m 機台上生產是否需要整備, 若是則為 1; 否為 0

$\gamma_{p,m,t}$: 0-1 變數。在第 t 期初, 機台 m 是否排定生產產品 p , 若是則為 1; 否為 0

$\phi_{p,m,t}$: 0-1 變數。在第 t 期末，機台 m 是否排定生產產品 p ，若是則為 1；否為 0

$U_{o,p}$: 0-1 變數，訂單編號 o 產品 p 是否未滿足，若是則為 0；否為 1

$N_{o,p}$: 訂單編號 o 產品 p 是否未滿足，如果是為 1；否為 0

物料規劃模組符號表：

➤ 輸入參數：

$x_{p,r,m,t}$: 在第 t 期指派給瓶頸機台 m 生產產品 p 等級 r 之 LCD 半成品投入生產之數量

$Z_{p,t}$: 在第 t 期投入產品 p 之生產量

$mst_{d,e,BEG}$: 物料類型 d 編號 e 之期初庫存量

$hc_{d,e}$: 物料類型 d 物料編號 e 之單位庫存成本

$bm_{d,e}$: 物料類型 d 物料編號 e 之購買成本

$mg_{p,d,e}$: 0-1 變數。產品 p 之物料類型 d 物料編號 e 是否存在，存在為 1，不存在為 0

$eq_{d,e}$: 物料類型 d 物料編號 e 每一訂購批內含數量

$dn_{p,d}$: 生產產品 p 所需物料類型 d 之物料數量

$mr_{d,e,t}$: 在第 t 期物料類型 d 物料編號 e 之來到量

➤ 決策變數：

$ML_{d,e,t}$: 物料類型 d 物料編號 e 在第 t 期的剩餘量

$PM_{d,e,t}$: 在第 t 期訂購物料類型 d 物料編號 e 的數量

$MD_{p,d,e,t}$: 在第 t 期指派產品 p 之面板，以物料類型 d 物料編號 e 之物料投入生產量

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

薄膜液晶顯示器(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display, TFT-LCD)產業，是繼半導體產業之後，全球重要的產業之一，其具有高度技術和資本集中之產業特性。台灣 TFT-LCD 產業在 2007 年產值預計將達到 8406 億台幣，在 2008 年會達到 1 兆元大關[11]，可以說整個產業之興衰起伏為牽動台灣經濟脈動的主要力量之一，再加上台灣為此產業之世界上第二大供應國，對整個世界面板市場之影響不容小覷。

TFT-LCD 是屬於多階層之生產結構，其生產流程由上游到下游主要分為陣列製程(Array)、組立製程(Cell)及模組製程(Module Assembly)三個階段。每一製程階段由於機器設備特性和生產型態之不同，造成每一階段都有相異之生產規劃目標。在面板業前、中段製程，由於機台價值不斐，生產目標著重於機台利用率，在此兩階段是以產能為導向之生產模式；而第三階段模組廠製程則類似於傳統組裝業，其生產規劃則牽涉到產品等級、產能換線限制、物料和替代料問題，如何備料致使在組立製程後端產出之 LCD 半成品投入模組廠段生產時，不至於因為缺料而導致生產線停線待料問題，為當今模組廠所迫切需要解決之問題，模組階段因而採用以物料規劃和滿足顧客之產品等級需求為導向之生產方式。

液晶顯示器產業之應用市場預料將不斷擴大，面板業者之競爭亦日益激烈，現有面板業製造廠主導需求之強勢現象，將漸漸地被以顧客為導向之生產模式所取代。模組廠為面板製造廠中之最終段製程，直接影響是否能把顧客要求之特定產品等級之產品準時達交。如何在模組廠之投入端到產出端間做完善之生產規劃，對公司獲利將有舉足輕重之影響。

過去對於面板業相關生產議題[2][3][6][15][16]，多探究不同製程階段、不同世代、和多廠之產能配置、產品組合問題和訂單允諾問題，對於模組段之產品等級配貨問題結合物料供應和替代料問題著墨甚少。面板業之產品等級配貨問題係因組立段產出之 LCD 半成品面板有其產品等級；由於不同顧客對於品質規格下限要求不同，模組廠使用其一等級面板而產出之成品對各顧客而言有不一樣的接受比率，即符合率，這些通過特定顧客之檢測條件的成品又稱符合貨。除了考量符合率，顧客亦會對這些符合

貨設定一零輝點率下限，所產出該批符合貨亦必須滿足顧客要求之零輝點率下限，達到這兩項要求成品，方為對此特定客戶之有效產出；由於模組廠採用不同等級之面板當成 LCD 半成品投入時，對同一個顧客之符合率並不相同。也因為接受比率之不同，會造成不同程度之次級成品之庫存。

由於顧客對符合率和零輝點率之要求不同，使得不同顧客對同一等級之面板產生不同程度次級成品庫存之影響，如何把這些特定等級之 LCD 半成品在最適切之時機投入模組段進行生產，將會影響模組廠之 LCD 半成品之存貨成本。

此外，模組廠生產過程中需多種關鍵物料，如背光模組、驅動 IC、主機板。由於每個關鍵物料皆有訂購前置時間和批量之限制，故在現場常因備料不及而造成生產停滯；亦或物料訂購批量限制造成物料庫存堆積，故必須考量替代料¹之選擇，來降低物料庫存成本。因此，除了需要良好之配貨生產計畫、尚需完善之備料計畫來構成一完整規劃系統。基於上述，誘發吾人之動機，如能發展一生產規劃機制來有效整合這些資源和限制，將可為面板產業創造更大之利潤。

¹ 替代料：LCD 面板之成品主要由 LCD 半成品面板、背光模組、IC、主機板四大物料所組成，不同產品別之 LCD 半成品面板，都有其對應之物料群組，來作為生產成為 LCD 成品面板之參考。LCD 半成品面板其物料群組中，皆包含三種物料類型，每個物料類型在該物料群組中，都有其主料，主料通常是擁有品質高或成本低之特性。而每個物料類型除了主料，可能會有其它類似特性之副料可以替代，又稱替代料。這些替代料通常是因為訂購批量之限制，使得採購進來之物料量會多於實質需求量，故這些多餘之物料，可以拿來當為替代料，在此稱之為物料之替代料特性。

1.2 研究目的

本文之研究以 TFT-LCD 產業模組段為研究對象，考量其特殊產品等級限制、替代料和製程特性，發展出一套滿足顧客需求之生產規劃系統。此系統得以讓模組段生產規劃人員在組立段日產出計劃和顧客需求已知之前提下，得知模組段投料生產計畫、物料和替代料之備料日程、模組段之日產出計畫。

為達上述之目的，本研究將針對產品等級、物料和產能規劃問題，發展一「TFT-LCD 產業模組段生產規劃系統」，其內容包含下列二個模組：

- (1) 「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」：此模組在規劃幅度內，就現有之機台產能、庫存資訊、顧客需求和組立段日產出計劃等生產資訊做評估，推算瓶頸站最大可用產能。並以利潤最大化為目標，考量產品等級配貨問題(符合率和零輝點率)和產能換線限制，以線性規劃求解投料生產計畫、日產出計畫和存貨水準，規劃出最佳之生產數量和順序。
- (2) 「物料規劃模組」：此模組以「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」規劃之 LCD 半成品投料和產出計劃且物料期初庫存已知情況下，利用線性規劃模式在以目標為最小化成本下，考量替代物料之選擇，藉以求算出每期物料需求，進而找出備料計畫。

1.3 研究範圍與限制

本文考量面板業模組段，以廠內利益最大和顧客滿足前提下，發展一「TFT-LCD 模組廠生產規劃系統」。本研究之規劃幅度為中、短程，初始輸入參數為訂單承接和面板來料計畫，主生產排程和(瓶頸)細部排程對應到「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」規劃出瓶頸工作站每期加工各等級 LCD 半成品面板之數量，而物料需求規劃則對應到「物料規劃模組」，根據生產排程和(瓶頸)細部排程規劃結果求解出備料計畫，其涵蓋範圍如下圖 1-1 所示：

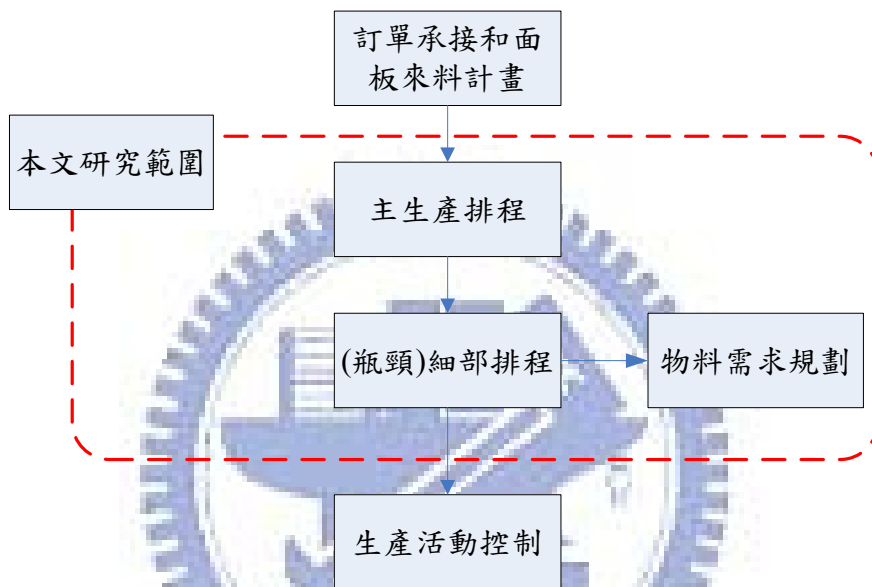


圖 1-1 研究範圍與限制

為降低本研究所發展之模組廠生產規劃系統複雜度，在以下將針對 TFT-LCD 產業之模組段做以下假設與限制，：

1. 模組段採訂單式生產(MTO)。
2. 本文假設組立廠之各產品別日產出數量為已知。
3. 本文探討之製程對象為 TFT-LCD 模組段單一廠區生產規劃，著重於產品等級配貨和物料替代問題。
4. 本文主要針對 TFT-LCD 模組段產能問題、配貨、物料問題進行探討。
5. 假設機台數目、機台加工時間、機台當機比率，皆為已知。
6. 假設組立段不同等級 LCD 半成品之零輝點率和對其一顧客之符合率為已知。
7. 假設針對其一顧客所產出之次級成品，這些次級成品對於其他顧客為有效產出之量不考慮。
8. 假設次級成品皆可以較低之價格售出。

1.4 研究步驟與方法

為達上述之研究目的，本文將以下圖之執行步驟進行研究，各步驟所代表的意義如下所示：

1. 研究背景與動機、目的
2. 文獻探討

根據上述之研究背景與動機，蒐集並整理國內、外相關文獻，包括模組廠之生產規劃排程和產品等級配貨等相關議題，作為本研究之重要參考，也藉此明確定義出研究之期望成果。

3. 問題定義與分析

就本文所欲探討之課題作深入之分析，釐清問題之本質，針對 TFT-LCD 模組段做一適當之定義。

4. TFT-LCD 產業模組廠生產規劃系統

此生產規劃系統主要包含二大模組，分別為「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」、「物料規劃模組」，此系統須此二模組之依序搭配，找出利潤最大化之生產規劃。

(1) 「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」：考量特有之產品等級限制和換線時間長之特性，針對瓶頸工作站建構一數學規劃模式，以期達到次級成品和換線時間最小化，求出最佳之生產排程配置。

(2) 「物料規劃模組」：利用「瓶頸工作站排程和訂單配貨模組」所求出之生產配置結果，根據物料結構表的資料，考量替代料特性，來推算各種物料之需求，並以數學模式求解備料計畫。

5. 結論與未來研究方向

根據本文之驗證結果做出適當之結論，檢討並提出未來可供研究之相關方向。

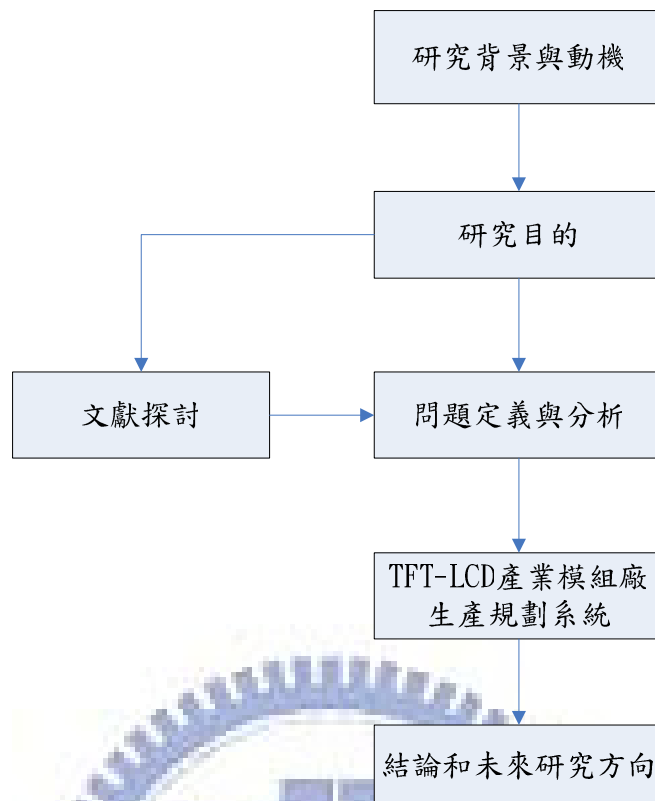


圖 1-2 研究步驟與方法

第二章 文獻探討

本研究探討 TFT-LCD 模組廠生產排程和物料規劃問題。目的是經由數學模式之構建，求解出最佳生產排程和物料備料計畫。故在 2.1 節將先針對 TFT-LCD 產業製程特性詳加說明。此外，本文運用 APS 同時考量物料與產能之概念，所以在第 2.2 節對 APS 加以簡介，並整理 APS 運用在不同產業上之研究。最後於 2.3 節整理有關於 TFT-LCD 模組廠之生產規劃相關文獻並彙整比較，以利本研究之進行。

2.1 TFT-LCD 產品簡介

TFT-LCD 是 Thin-Film Transistor Liquid-Crystal Display 的縮寫，中文名稱是薄膜電晶體液晶顯示器，係結合半導體產業，化學材料產業及光電產業之製造技術的產品。市場上應用到的 LCD 主要有 TN-LCD (Twisted Nematic)、STN-LCD(Super Twisted Nematic)及 TFT-LCD 三種[14]。TN 結構最簡單，其顯示品質、反應速度及視角較差，主要應用於顯示簡單數字與文字的小尺寸螢幕，如電子錶、呼叫器等。STN 的顯像品質及反應速度較 TN 來的好且快，主要應用於對反應速度要求較快，但顯像品質尚可的應用領域，例如個人數位助理、行動電話、低階筆記型電腦等應用領域。隨著 TFT 技術的發展成熟，在顯像品質、反應速度上超越 TN 及 STN 型甚多，其應用領域偏向於高畫質且反應速度更快的產品，例如大尺寸筆記型電腦、液晶投影機、液晶顯示器等產，本節的重點將著重於 TFT-LCD 製程介紹。一開始 2.1.1 先簡介 TFT-LCD 三階段製程，接下來分別介紹第 2.1.2 節前段陣列製程 Array，第 2.1.3 節中段面板組立 Cell，第 2.1.4 節後段模組組裝 Module。

2.1.1 TFT-LCD 三階段製程簡介

TFT-LCD 產業主要可以分成三階段來探討，分別為陣列製程(Array)、組立製程(Cell assembly)以及模組製程(Module assembly)三個階段，其製程關連性可參考圖 2-1，以下針對三階段製程做一個簡單之介紹。

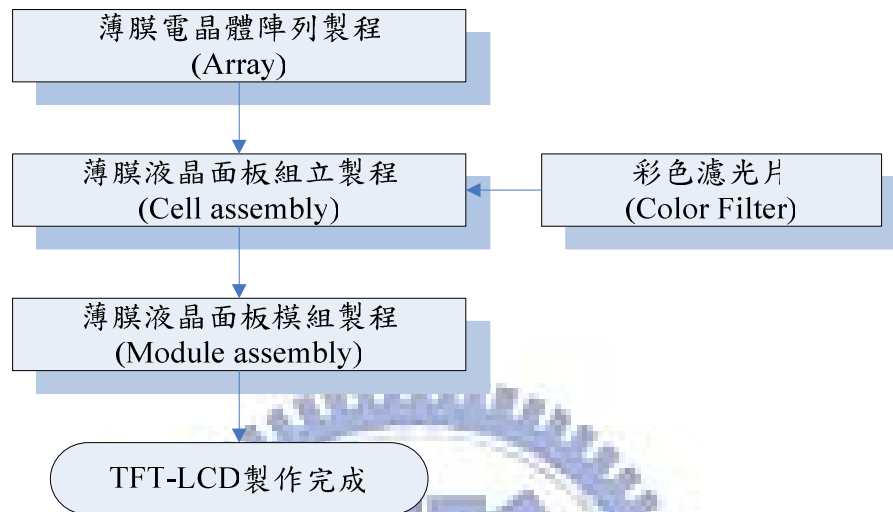


圖 2-1 TFT-LCD 生產製程結構圖

2.1.2 陣列製程(Array)介紹

陣列段製程類似半導體，同樣有回流特性，但相較於半導體，陣列段製程回流次數為 4~9 次。此製程主要經過四大步驟：鍍膜、曝光、顯影、蝕刻，重覆此步驟四到九次，最後再進入測試區，完成薄膜電晶體加工。如圖 2-2。

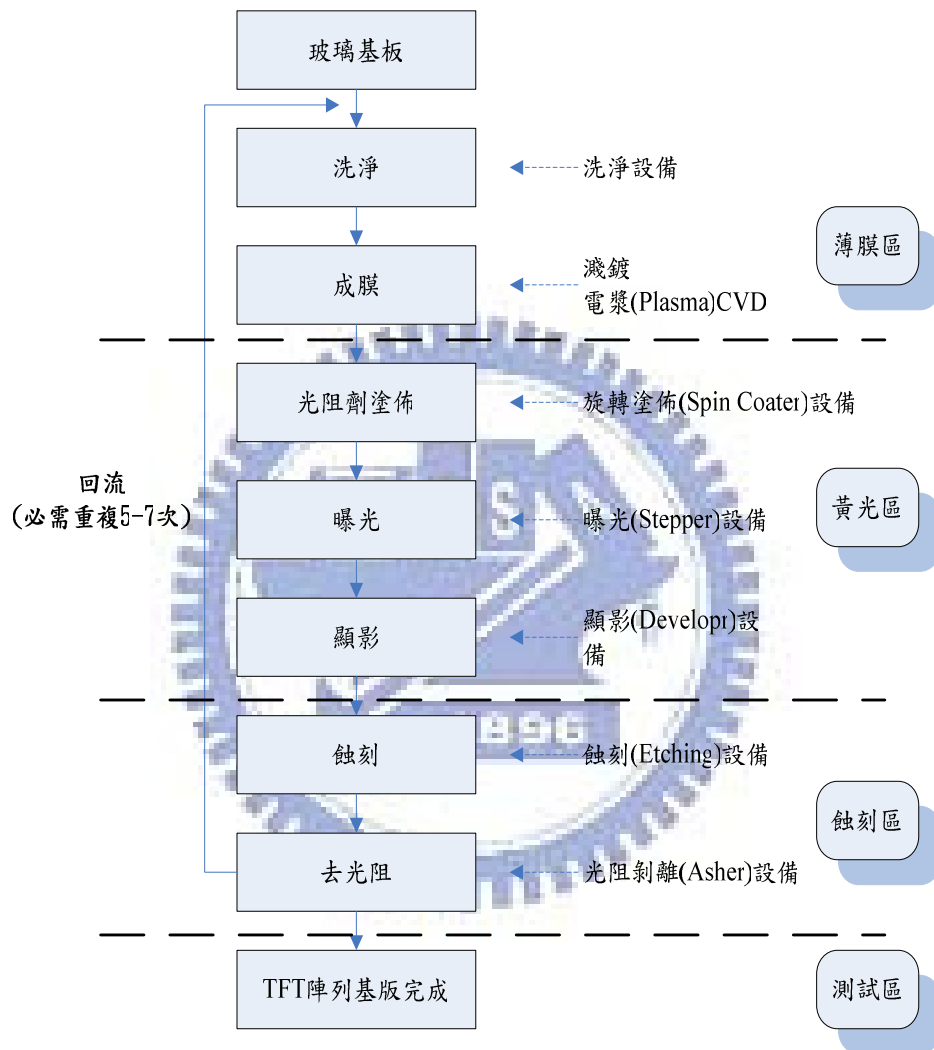


圖 2-2 薄膜電晶體陣列製程流程圖[11]

如上圖，吾人依製程相似性，將薄膜電晶體陣列設備分為四區，如表 2-1 所示：

表 2-1 陣列製程的加工設備及製程特性[11][13]

	加工設備	製程特性
薄膜區	洗淨設備、濺鍍設備及電漿設備。	1. 機台型式為序列加工機台 (Serial Machine)。 2. 再回流(約 4-9 層)與重加工之特性。 3. 各工作站加工不同產品時幾乎無換線整備時間的考量。 4. 各種產品之製程加工步驟與加工時間皆相同。
黃光區	光阻塗佈設備、曝光設備及顯影設備。	
蝕刻區	濕式蝕刻設備、乾式蝕刻設備及光阻剝離設備。	
測試區	測試設備、修復設備。	

2.1.3 組立製程(Cell)介紹

組立製程的主要目的是要將彩色濾光片和陣列製程完成的玻璃基板組合，並且灌入液晶。所經過的加工步驟有洗淨、配向膜塗佈、配向處理等製程，再進行上下基板組立、真空回火、液晶灌入、封口、檢查等過程後，即可以成為薄膜液晶顯示器的面板，完成液晶面板組裝製程工作，其製造流程和特性如表 2-2 所示，其詳細流程圖，如圖 2-3 所示。

表 2-2 組立製程之製造流程和特性[11][19]

加工流程	製程特性
1. 配向模前洗淨	1. 機台型式可分為序列加工機台 (Serial Machine) 與批量加工機台 (Batch Machine)。 2. 具多個批量工作站。 3. 工作站加工不同產品時須進行換線整備 (setup)，某些工作站之換線整備時間較長，如配向膜塗佈換線須 2 個小時。 4. 部分批量工作站製程間有等候時間 (Queue Time) 之限制，如產品經由真空回火 (Vacuum Anneal) 加工後必須在 240 分鐘內送達液晶灌入工作站進行加工，而液晶灌入完工之後必須在 360 分鐘內送達封口工作站進行加工。
2. 配向膜塗佈	
3. 配向模烘烤	
4. 配向處理	
5. 間隙物散佈	
6. 封框膠印刷	
7. 上下基板貼合	
8. 烘乾	
9. 真空回火	
10. 液晶灌入	
11. 封口	
12. 封口後洗淨	
13. 二次切割裂片	
14. 偏光板貼附	
15. 檢查	

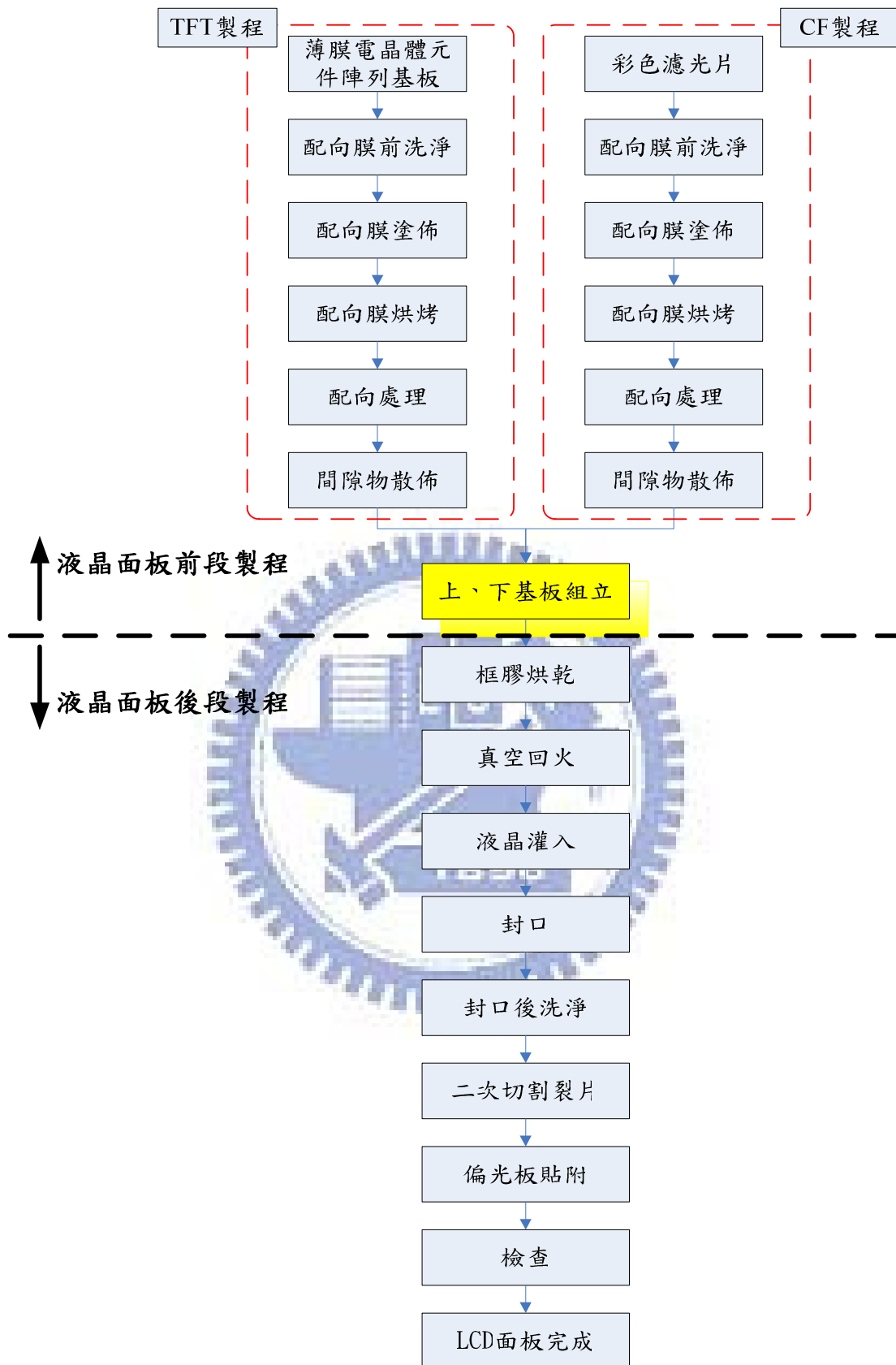


圖 2-3 舊世代組立製程之流程圖[9]

1. 配向膜洗淨、塗佈

將薄膜電晶體元件陣列基板與彩色濾光膜基板分別洗淨後，我們將此兩基板表面塗佈配向膜。配向膜是用來將液晶未加電場前分子做定位的工作，其前後兩片基板上的配向膜需互成九十度方能將液晶分子依序旋轉，其配向方式是以轉輪(roller)轉印法依一定方向刷過，也有利用蒸鍍的方式配向，不過較費成本。

2. 真空回火(Vacuum anneal)

在高溫真空下，將組裝完成後仍存於空 Panel 內的水氣去除，目的是縮短液晶注入時間，並將其中的氣體轉換為氮氣。

3. 液晶灌入(LC Injection)

如圖 2-4 之設計方式，將液晶注入於真空回火處理過後之 Cell 中，接著將液晶槽及液晶材料充分的脫氣，以獲得較高之可靠度。首先液晶放入一真空的密封箱中，藉著基座的固定將小切割後的 LCD 顯示板固定住，先將密封箱抽成真空，再由下方的海綿提供液晶，然後藉著彈簧活動機構將海綿往上頂，此時釋放空氣進入箱中，使 LCD 板藉著毛細現象將液晶完全吸入 LCD 板中間，完成液晶的動作。

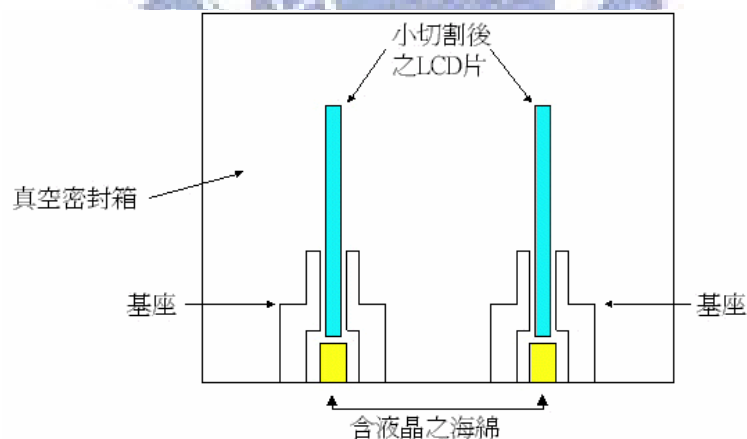


圖 2-4 傳統液晶注入示意圖[4]

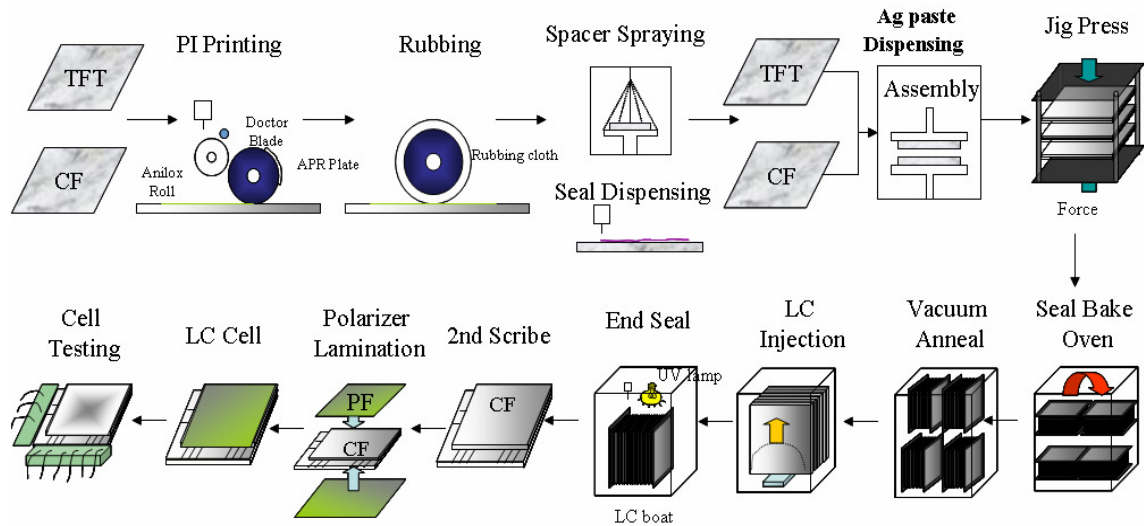


圖 2-5 新世代組立製程之流程圖[4]

然而在液晶入階段，由於新舊世代技術的不同而區分為傳統式液晶注入法與滴下式注入法(One Drop Fill, ODF)，如圖 2-4 與圖 2-6。傳統式液晶注入是在上下玻璃對組後以毛細原理將液晶慢慢吸入，此種液晶注入法不但耗時且浪費液晶。大多用於舊世代廠，例如 3.5 代、4 代廠等等；而滴下式注入法(ODF)是先將液晶直接滴在玻璃上，再進行上下玻璃的對組。在注入液晶的過程中，ODF 液晶的使用效率為 95%，相較於傳統式液晶注入法的 60%，足足可省下約 35%的材料變動成本；且隨著面板漸趨大型化，ODF 製程可大幅降低注入液晶的時間，以 30 吋面板為例，傳統式注入液晶一片約需要五天的時間，而 ODF 只需要五分鐘，在生產週期的降低上是十分驚人。五代廠之後的新世代廠幾乎都使用 ODF 製程。

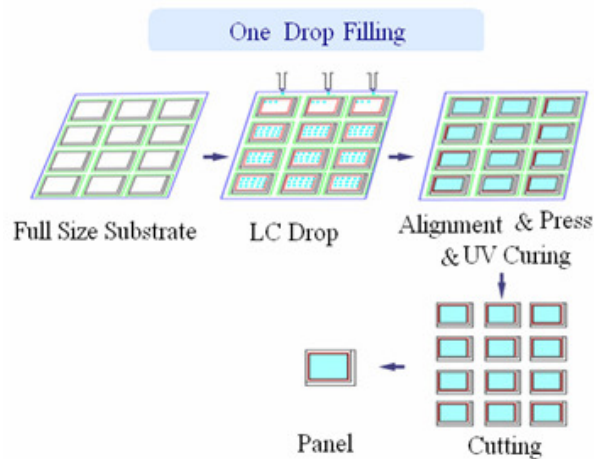


圖 2-6 滴下式注入法[4]

2.1.4 模組製程(Module Assembly)介紹

此階段之製程主要將組立廠加工完成之 LCD 面板與驅動 IC、背光模組(Back Light, BL)和印刷電路板(Printed Wiring Board, PWB)關鍵物料進行組裝之作業。此階段完成組裝測試之面板，即可出貨給客戶。其加工流程圖如圖 2-7 所示

模組組裝製程首先要將基板上不必要的線路剪斷，並貼上偏光板。(所謂上下偏光片相差 90 度，是指偏光片之構造)。接著進行 IC 壓合作業，此生產技術是先利用機器在面板上貼附異方性導電膠(Anisotropic Conductive Film; ACF)，然後再進行 IC 的壓合作業。以下為 IC 壓合六個子作業[18]：

1. 將 LCD 半成品放入自動化載具機台。
2. 清潔壓合區域。
3. 異方性導電膠(ACF)貼於欲壓合的區域。
4. IC 定位預熱壓。
5. IC 定位本壓。
6. 將完成 IC 壓合之面板轉送至載具上。

彈性印刷電路板(Flexible Polymer Board; FPC)同樣的也是在面板上貼上 ACF，然後進行 FPC 壓合，基本作業程序與 IC 壓合作業相同，差異處為壓合參數條件及所使用的異方性導電膠特性不同。其次進行面板裸露線路區域的保護膠塗佈，此作業稱為封膠(Dispensor)，目的是防止線路的表面於環境中氧化而造成品質劣化。做法是用程式控制塗膠量與線路位置，將保護膠均勻塗於裸露線路上的區域，再讓膠於室溫中自然乾燥或加熱乾燥，隨後進入印刷電路板(Printed Wiring Board; PWB)壓合之作業。

完成上述的作業之後，進行背光源組立與金屬框作業，以便於完成整個 TFT-LCD 模組。背光模組作業基本上是將背板鐵殼、燈管、燈管蓋板、導光片、擴散片及鍍鏡片等作組立作業，此項作業要小心不要有雜質異物殘留在面板與背光模組之間，及在背光模組表面的擴散片(Diffuser)出現刮傷與擦傷痕跡。再來進行燒機作業(Aging)，目的是要將產品潛在的品質問題，提前顯現出來，防止客戶使用後產生品質不良問題。最後對產品做最終檢驗，並篩選出產品的等級。

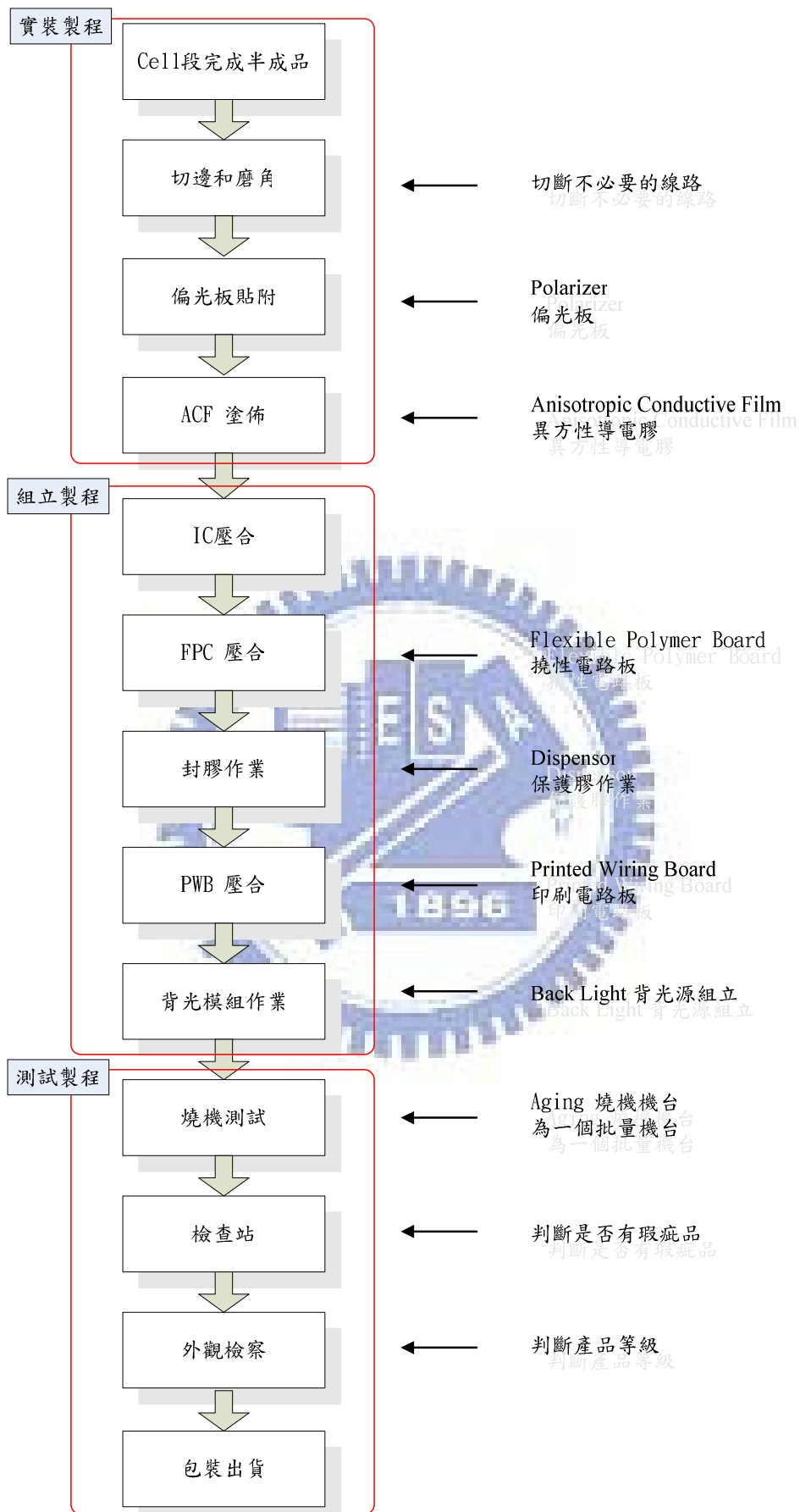


圖 2-7 模組製程流程圖[15]

由圖 2-7 之製程流程圖可以發現，關鍵物料驅動 IC、背光模組(Back Light, BL)和印刷電路板(Printed Wiring Board, PWB)其所需要之備料時機點皆在中段組立製程，且整備時間最久的作業為印刷電路板壓合，其所需之整備時間為 40 分鐘，故整廠之瓶頸工作站為組立製程。因此，欲使模組廠發揮最大之生產效用，跟中段組立製程規劃是否得當有很大關聯，故中段組立製程為模組廠生產規劃和物料備料之最重要區塊。

2.2 APS 簡介

隨著資訊科技的進步，提升了規劃技術的規劃時間與規劃效益，大幅提升了應用先進的規劃技術解決生產排程問題的可行性。先進規劃與排程(Advanced Planning and scheduling; APS)系統便是利用先進的資訊處理及排程技術，結合諸如基因演算法(Genetic Algorithm; GA)，限制理論(Theory of constraints; TOC)，作業研究(Operations Research; OR)，系統模擬(Simulation)及限制條件滿足技術等之運用，在考量企業資源限制下提供可行的物料需求規劃與生產排程計畫，以滿足顧客需求及因應市場競爭。

APS 系統的發展突顯了 ERP/MRP 的許多限制，然而，APS 系統的出現並非是取代 ERP 系統的功能，而是強化 ERP 系統中以傳統 MRP 邏輯為主的生產規劃與排程的功能，以兼顧對物料與產能之規劃，達成最有益的生​​產規劃，下表 2-3 為 APS 與 ERP 在規劃方面的的差異整理。

表 2-3 典型 ERP 規劃系統與 APS 的比較表[7]

比較項目	ERP/MRP	APS
企業驅動因子	企業內製造的協調	滿足顧客需求
規劃的範圍	規劃侷限於物料與工廠產能	企業資源限制下的各種資源需求
目標	利用 BOM 與途程的反應較低的製造成本	使用多階 BOMs 與途程達到滿足顧客需求的最佳資源使用計畫
與顧客需求的關係	反應式(Reactive) 依據一事先平穩化的需求進行排程規劃，視結果再修正需求，再重新規劃	主動式(Accommodating) 在滿足顧客需求及考慮生產限制條件下自動進行規劃
規劃方法	序列式後推(Backward)	考慮資源限制條件的同

	規劃方式，並無法找出系統的瓶頸資源	步規劃，可以找出系統的瓶頸資源，並進一步分析
規劃目標	無限產能下的粗略產能規劃	有限產能下的最佳規劃
規劃可見度的範圍	區域性的	區域性的與全域性的，可同步規劃多個廠區的需求
ATP	允交日期只是靜態的反應顧客的需求，並無法給予顧客的正確配送日期	動態的，每次規劃都能計算出配送的日期，因此可決定配送日期的提早或延緩
重新規劃的速度	慢	快速
對顧客訂單的供給分配	不可行	可提供顧客訂單供給分配及動態的 ATP 交期查詢
機會成本的評估	不可行	可以評估機會成本與對已有的訂單的影響
模擬的能力	低	高

整體而言，APS 的供給規劃方式可區分為以物料規劃為導向(Material Planning-Oriented)及以產能規劃為導向(Capacity Planning-Oriented)兩種 [7]：

1. 物料規劃導向：物料規劃導向是指供給規劃系統先以物料規劃為主，產能規劃為輔的 APS 系統。所適用的產業通常是屬於原物料取得不易，或者是原物料與零組件間進料時程需要良好的搭配。
2. 產能規劃導向：產能規劃導向是指供給規劃系統先以產能規劃為主，物料規劃為輔的 APS 系統。所適用的產業通常是屬於製程複雜且設備成本高，或者是企業營運目標追求高機台利用率、低存貨水準。

2.2.1 APS 運用在 TFT-LCD 產業

APS 導入各種產業的研究相當多，但由於 TFT-LCD 為新興產業，所以有關 APS 運用在 TFT-LCD 產業的研究相當少，其中謝氏[18]根據 TFT-LCD 產業的供應鏈結構區分為 I 型以及 Y 型兩種類型。

類型一：I 型是指彩色濾光片的需求是向供應商採購的方式，

類型二：Y 型是指彩色濾光片的需求是自行生產。

規劃方式可以分為兩部份，第一階段為供需平衡。在考慮良率的情況下計算所需要的投料量，比較各廠供給以及需求，並進行使供需平衡之策略，然後將需求量前溯至上游或延伸至下游。第二階段則為各廠區機台排程；此階段假設在各廠投入及產出已知的情況下，透過先進規劃與排程系統，利用模擬的方式，規劃出各機台的排程。謝氏在第一階段供需平衡中，只考慮各廠獨立之供需以及產能平衡，並未考慮在上下游彼此會連動的情況下，對客戶需求的影響。且其規劃方式假設產能無限，且未考慮到物料的問題。

黃氏[14]解決以往規劃時用 TFT-LCD 三段製程各自獨立規劃問題。黃氏首先彙整 TFT-LCD 產業的生產製程、生產規劃上的限制與產業特性，分析現有的生產模式、規劃流程以及規劃流程的演算法，將現行缺失區分為三個層次，分別為生產模式、流程以及規劃方式的問題。接著提出生產模式為接單後組裝(Assemble to order; ATO)的規劃流程，再利用以限制為基礎的模擬方法論(Constraint Based Simulation; CBS)，將限制與時間推進機構加以整合，最後根據根據目標，透過派工法則，搜尋較佳的解以解決上述缺失。然而如何將現有各種資源、廠區產能，分配給各種需求，並同時排定各廠區的投入與產出排程，以滿足預定交期與減少設置時間，即是黃氏所研究的重點。

陳氏[12]為了排定滿足顧客需求與減少庫存的生產排程，提出以限制為基礎的模擬方法論。此方法論結合了限制與離散式模擬的概念，先透過前推式模擬與後推式模擬，決定出可行投料時窗，再根據滿足訂單交期與減少存貨水準兩大目標，在可行的投料時窗中，尋找滿足目標的理想投料時點。最後透過模擬軟體，將研究之案例與 CBS 演算法建構成模擬模式，並透過實驗設計，分析比較過去規劃方式如 EDD、SPT 與 CBS 演算法規劃方式所造成的績效值差異。整理結論如下：

1. 若 TFT-LCD 產業改採用 MTO 模式將更有效益。
2. 利用 CBS 的概念所建構的排程理論，可以有效地應用於以物料為主的生產環境，而且展現相當突出的績效。
3. 對於平均訂單流程時間與平均訂單提早完成的績效目標而言，CBS 明顯優於其他規劃方式，因此 CBS 能有效的降低存貨水準；而在平均訂單延遲時間的績效上，CBS 的表現雖然不突出，但有時會稍微優於其他規劃方式。

企業為了能夠要成功獲利，不僅要有足夠的能力來達到顧客對產品的要求，更要有一個健全的管理機制；而 APS 是一個同時考量物料與產能的規劃機制，它能協助企業有效規劃內部有限資源，快速整合上下游之相關資訊，使企業減少浪費，提高顧客服務水準，進而在同業之間贏得領導者的地位。而本文之研究，針對 TFT-LCD 模組廠，因為所需關鍵物料較不易獲得與 MRP 假設產能無限的缺失，所以將導入 APS 之理念，安排 TFT-LCD 產業模組廠之生產規劃，期能解決上述問題，且發展出一套可行的生產排程與規劃系統。

2.2.2 可允諾機制

快速回應顧客需求(Quick Response；QR)是 APS 所強調的重點之一，其中除了要快速回應顧客訂單所需產品外，也包括了快速回應顧客的資訊需求，例如，決定可否接下顧客訂單？若是可以，則告知顧客正確的交期與數量；反之，若是不可以，則提出替代方案。在目前 TFT-LCD 競爭環境如此激烈之下，企業會要求在相當短的時間內答覆上述之問題。事實上，可允諾機制(Available To Promise；ATP)功能的發揮，有賴於良好的物料規劃、產能規劃、存貨管理、運送規劃與作業排程等決策密切整合與配合，而由於上述關係的配合，企業更可由 ATP 邁向 CTP(Capable To Promise)，甚至於 PTP(Profitable To Promise)[7]。能否允諾顧客所要求的訂單內容是一項相當重要的決策，決策正確，可以掌握市場商機以增加企業獲利；決策錯誤，將導致失去市場佔有率。吾人之研究為使生產規劃與排

程系統更趨完整，將建立一「可允諾數機制」，此機制期望能達到上述回覆顧客正確交期及數量之功能。

Jeong[1]等人提出整體供應鏈可允諾的數量，將 TFT-LCD 產業分成兩段，前段採用計畫性生產，後段模組製程部份則採用訂單式生產，待客戶真正下訂單後才進行模組製程投料，如圖 2-8。

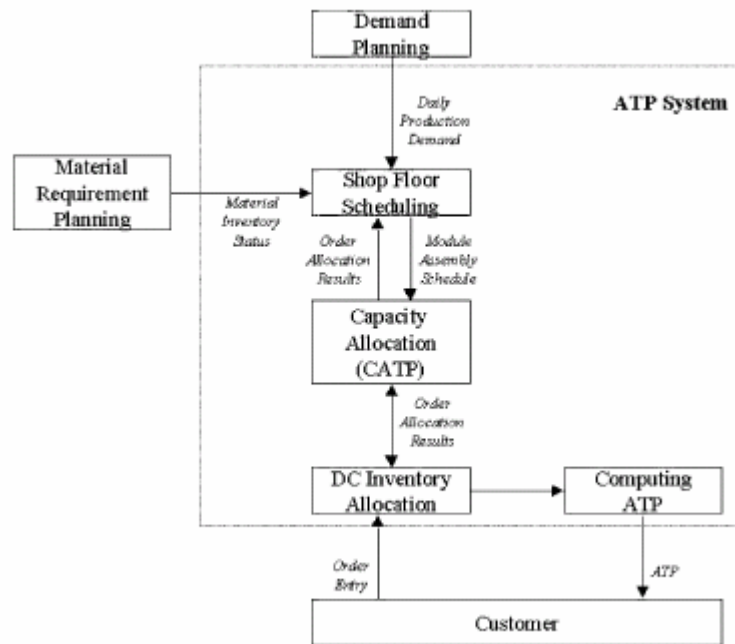


圖 2-8 ATP 系統建構

在此種情形下，ATP 的計算，會根據後段模組的生產排程來決定客戶的需求是否可以滿足，並計算各產品未來可以提供的存貨數量和可以提供的產能允諾(Capable To Promise; CTP)。此篇研究，呈現了 ATP 系統在 TFT-LCD 產業的運用。如果公司可以快速的回應顧客的需求，則顧客的滿意度可以大量的增加，所以努力於 ATP 系統之建構，是各家 TFT-LCD 廠在產業競爭中所必備的一個趨勢。

2.3 TFT-LCD 模組廠之生產規劃相關文獻

陳氏[12]為了排定滿足顧客需求與減少庫存的生產排程，提出以限制為基礎的模擬方法論。此方法論結合了限制與離散式模擬的概念，先透過前推式模擬與後推式模擬，決定出可行投料時窗，再根據滿足訂單交期與減少存貨水準兩大目標，在可行的投料時窗中，尋找滿足目標的理想投料時點。最後透過模擬軟體，將研究之案例與 CBS 演算法建構成模擬模式，並透過實驗設計，分析比較過去規劃方式如 EDD、SPT 與 CBS 演算法規劃方式所造成的績效值差異。

吳氏[8]提出一以限制為基礎之基因演算法(CBGA)，同時考慮客戶指定用料及產能限制，藉由基因演算法的多點平行搜尋能力進行產能與物料的同步規劃，來達成顧客指定用料以及對訂單的交期回應之目的。最後再以實驗的方式，與前推/最早到期先排程(FS/EDD)及後推/最晚到期先排程(BS/LDD)兩種派工法則比較，評估績效指標包含最小提前完工、最小延遲、最大完工時間最小化與最小平均流程時間。實驗結果顯現本文所提之以限制為基礎之基因演算法所得之排程績效，明顯優於以 EDD 或 LDD 之啟發式求解法。

胡氏[10]考量(1)顧客要求的產品具有等級的差別；(2)顧客允許有物料組配的需求；(3)模組廠彼此間可以物料調撥，相互支援以滿足顧客需求之特性。並在模組廠在已知彙總需求量與各廠物料的供給狀況下，考慮物料限制、產能限制以及上述生產特性，採用數理規劃方式建構符合模組廠特性的多廠區生產規劃與排程模式，並以朝向企業總體成本最小化為目標。最後，利用 Cplex 軟體求解本研究的數理規劃模式求解。

許氏[15]探討構建 TFT-LCD 模組廠生產規劃系統，來有效減少換線次數，使產出最大化。建構三個模組，分別是「產能規劃模組」、「物料規劃模組」與「生產規劃與排程模組」。首先，在「產能規劃模組」中，考量模組廠瓶頸機台的最大可用產能與換線時間相當長等限制，建構一線性規劃模式，用以求解各期產品加工數量與順序表，使其充分利用瓶頸，達到產出最大化之目標。「物料規劃模組」則是在求解出各期產出目標之後，對模組廠所需要之原物料進行備料，以防止機台無料生產，導致在製品上升與機台利用率下降。最後，在「生產規劃與排程模組」裡，由於混線生產比專線生產多考慮了換線因素，造成在進行估算生產週期時間時，有相

當大的變異，因此分別運用 Conway 估計式與 Queuing Model M/M/s 來求算各工作站混線與專線的生產週期時間。實驗結果顯示，不僅可有效減少換線次數、充分利用瓶頸資源，且可達到產出最大化之目標；而在生產週期時間估算方面，亦有相當良好的成效。

王氏[6]在接單後生產(Make-to-Order, MTO)情況下，考量顧客指定用料與指定等級特性，提出訂單允諾結合模組廠多廠區生產規劃的訂單滿足流程，發展一數學規劃模式，同步考量可允諾量計算與模組生產計畫，直接以顧客的詢問性訂單進行模組廠多廠區的生產試規劃，讓生產規劃與允諾量可以同步計算，產生可行的生產計畫與各詢問性訂單的滿足狀況，並以規劃結果回覆顧客可以允交的產品數量。該研究提出之模式對於已經允諾的允諾量採可以重新分配(Re-Allocation)的方式，將有助於企業將資源做更有效率的利用。最後，設計兩種不同物料供給情境，在不同的訂單收集區間內，比較「可允許已允諾量重新分配」與「不允許已允諾量重新分配」的不同可允諾量計算方式的實驗分析，實驗結果證明可允許已允諾量重新分配的計算方式在各項績效指標上的表現上均較佳。



在此列舉模組廠相關文獻之比較，其比較如表 2-4 所示，試圖由其中所考量的因素，去了解目前探討 TFT-LCD 模組廠的環境下，所要考量之因素有那些，作為本文參考之依據。

表 2-4 模組廠相關文獻比較

	陳氏[12]	吳氏[8]	胡氏[10]	許氏[15]	王氏[6]	Shin[2]	本文
規劃目標	訂單交期 存貨水準最小化	訂單交期	成本最小化	產出最大化	利潤最大化	最小化總延遲時間和換線次數	利潤最大化
考慮限制	訂單交期 物料限制 產能限制	指定用料 產能限制	產能限制 物料限制 等級限制	產能限制 物料限制 週期時間估算	產能限制 指定用料 產品等級	產能限制	產能限制 物料限制 等級限制 訂單交期
規劃方法	CBS 限制模擬法	限制為基礎之基因演算法(CBGA)	線性規劃(LP)	線性規劃(LP) 系統模擬	線性規劃(LP)	禁忌搜尋法	線性規劃(LP)
廠際範圍	模組廠單廠	模組廠單廠	模組廠多廠區	模組廠單廠	模組廠多廠區	模組廠單廠	模組廠單廠

第三章 模式建構

3.1 問題定義與分析

TFT-LCD 之製造主要分三階段，由上游到下游分別為薄膜電晶體陣列段、液晶面板組立段以及電路模組段等三階段製程。其中，因模組段製程最接近顧客端，模組廠生產規劃人員最迫切且直接所遭遇到之問題即為顧客訂單達交之問題。由於此階段生產完之成品產出即直接交予顧客，故在此生產階段多採用訂單式生產(MTO)來滿足顧客之需求。因此，本文將針對模組廠在投料端 LCD 半成品來料數量確定和顧客端需求已知情況下，建構一考量產能限制、顧客對產品等級之需求、物料替代限制之生產規劃系統，進而提升公司之競爭力。

在模組廠為達成顧客達交之目的，首先，必須考量產能之限制。模組廠中之瓶頸為組立站設置時間最長之印刷電路板(Printed Wiring Board, PWB)壓合作業，其換線需耗時 40 分鐘。在模組廠中，需要生產產品種類繁多，過度頻繁換線將造成產能浪費，故在排程規劃時，將以此工作站視為規劃之重點。

模組廠最特殊之一點為產品等級配貨問題。此問題肇因於模組廠投料端每種 LCD 半成品面板有其產品等級，當同等級之 LCD 半成品面板投入生產時，由於各客戶要求之產品品質規格下限不同，使得不同客戶訂單有不一樣的接受比率，因此，不同等級和數量之 LCD 半成品面板配予該顧客皆會影響顧客之達交率。

模組廠生產規劃人員處理配貨問題，必需要考量到兩個參數：符合率和零輝點率，此兩參數值高低，受面板之等級影響。由於顧客對於產品品質規格要求之下限不同，組立段所產出之某一等級面板投入生產，對於不同顧客有不同之接受比率，即符合率；除了符合顧客要求之產品品質等級外，顧客訂單會再要求當次交貨批之零輝點率。即交予顧客之貨品中，這批符合貨產品之加權零輝點率必須大於顧客所要求之零輝點率下限，方能滿足顧客訂單。而未能滿足顧客要求之產品，即次級成品，將會賣給一些次級廠商，但這些次級成品通常需要較長的時間方能售予非預期之顧客，徒增工廠之存貨成本。因此，不當之投料產品等級數量/組合，將會讓工廠營運成本增加。有鑑於此，規劃人員必須同時考慮顧客符合率和零輝點率兩限制方能決定最佳之投料組合和時間點。

最後，基於模組廠之製程類似傳統組裝業，物料在生產過程中扮演舉足輕重之角色。模組廠之主要製程分成三個區段，實裝→組立→檢測，其中組立為耗用關鍵物料之區段，關鍵物料包含背光模組、驅動 IC、主機板。因此，欲達到顧客之達交，需要良好之備料計畫來相輔相成，而要有良好之備料計畫需要先有完善之配貨計畫做參考。在模組廠物料規劃中，必須考量到物料替代之特性，不同之產品都有不一樣之倉基²，如何在已知每期生產產品之前提下，規劃出最佳之備料計畫，將是完成模組廠生產規劃之重要螺絲釘。

綜觀上述模組廠之問題，TFT-LCD 模組廠不僅需要良好的產能規劃，解決瓶頸機台之換線問題，讓瓶頸工作站機台產能獲得最佳之應用，更要進而處理產品等級配貨問題和物料群組和單一替代問題。故本文將在面板等級和數量來料已知、物料期初庫存已知、物料結構表已知、產品需求已知和生產相關資訊掌握下，建構出模組廠之生產規劃系統。



² 倉基：為物料群組另外一種代稱。

3.1.1 TFT-LCD 模組廠生產環境和製程特性

TFT-LCD 模組廠之生產規劃主要遭遇到瓶頸工作站換線問題、產品等級配貨問題和物料替代選擇問題。本研究將會針對一模組廠組立段，在組立廠 LCD 半成品來料已知、顧客需求已知、物料庫存已知下，構建單一模組廠之生產規劃系統；因此，本文之研究範圍和問題定義將如圖 3-1 所示。

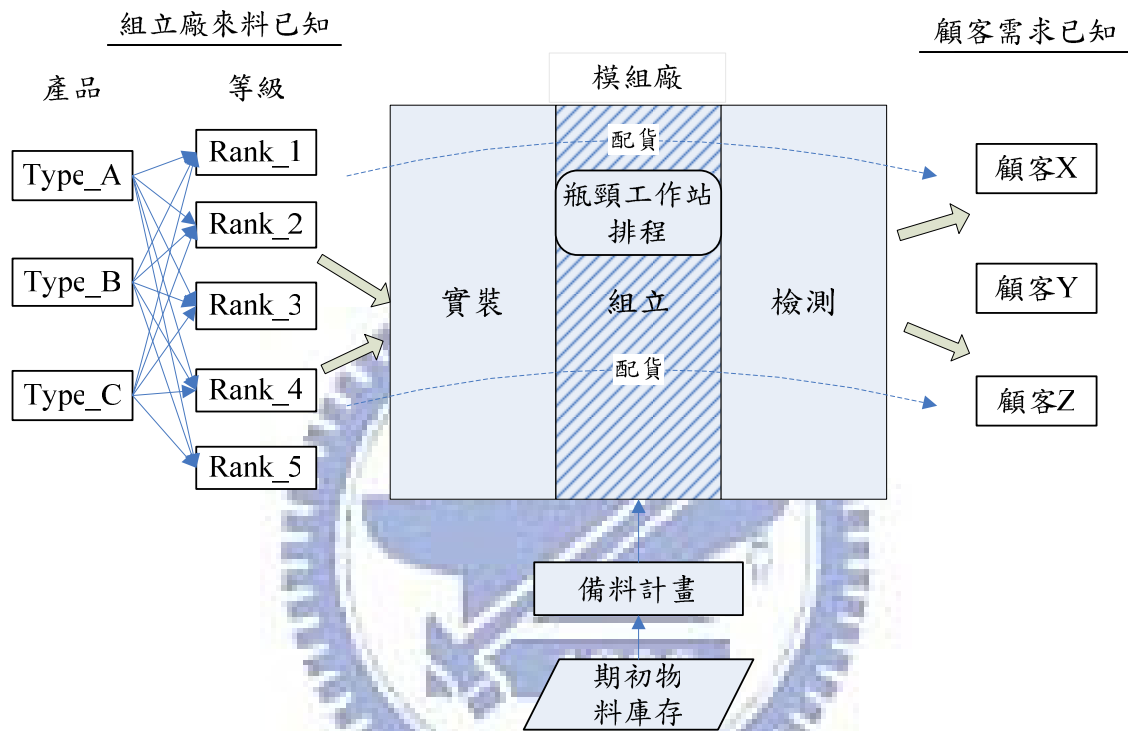


圖 3-1 TFT-LCD 模組廠生產環境問題

TFT-LCD 模組廠製程特性

吾人經由業界訪談和文獻整理得知，在模組廠中，生產線的佈置上主要以流線型生產(Flow shop)方式為主。製程特性整理如下所示：

1. 機台加工期間不允許換件或插件。
2. 每一種工件須經每個工作站加工作業一次。
3. 所有工作站皆為序列工作站
4. 模組廠之設置時間最長的站點，為組立站中之印刷電路板(Printed Wiring Board ; PWB)壓合作業，其整備時間一次約 40 分鐘，故組立站為 TFT-LCD 模組廠之瓶頸工作站。故在機台產能的使用上，必須好好規劃。
5. 模組廠之生產週期為三天，其製程主要分為三個區段，實裝→組立→檢測，每一區段之生產週期時間各為一天。此外，模組廠主要關鍵物料(背光模組、驅動 IC、主機板)皆在組立站，再加上印刷電路板(Printed Wiring Board ; PWB)壓合作業工作站亦在此區段，可得知組立區段為規劃模組廠之核心。故本研究在進行規劃時，將只考慮此階段之瓶頸工作站排程、配貨和物料之備料計畫。
6. 模組廠其不同於其他產業之特性為產品等級配貨問題。此問題特性為，必須要在規劃時考量顧客交期、不同產品等級之 LCD 半成品投料量和加工順序，找出滿足顧客訂單之 LCD 半成品投料規劃。
7. 因為關鍵物料，如背光模組、驅動 IC 等原物料常有備料不及之狀況，使 LCD 半成品面板因缺料未能依排定時程在模組廠組立段進行作業，導致下一工作站燒機作業之 WIP 量會因排定作業無法如期進行，造成 WIP 量升高和生產週期時間增長。

3.1.2 配貨問題和顧客訂單要求說明

模組廠採用之面板等級高低，將影響顧客產品之符合率和產品本身之零輝點率。不同顧客對產品品質規格接受程度不同，即符合率不同；且不同等級之面板對每一顧客之符合率亦不同。造成這些差異之原因，係因知名大品牌顧客或廠商要求之品質規格較嚴格；而品牌較小之顧客，對於品質之要求相較於各知名大廠，則相對地較寬鬆。再者，不同顧客對於零輝點率高低有不同程度之要求，且產品之零輝點率亦受產品等級影響，故如何因應各顧客之需求來選取面板等級及對應數量，將次級成品數量降低，即為模組廠之配貨問題。

由上述可得知，符合率和零輝點率為配貨問題主要考量之兩參數，以下將以產品別 A 之不同等級 R 面板投入所得之產出對於顧客 Cus_1 之符合率和零輝點率為例，如下所示。

配貨問題簡例說明

本研究在考量符合率和零輝點率時，將採用兩階段配貨之概念，一開始根據投入生產之各等級 LCD 半成品數量，依據該顧客之各面板等級符合率，求算出符合貨數量；之後，再求出該批符合貨之加權零輝點率。而該批符合貨之加權零輝點率必須大於等於顧客所要求之零輝點率下限，該批符合貨方能交給顧客。若該批貨之加權零輝點率小於顧客要求零輝點率之下限，則必須把指派給該顧客訂單之符合貨但有輝點之部份面板剔除，使得該批貨之加權零輝點率可滿足顧客要求之零輝點率下限，剔除後所剩下之面板量方為可達交之面板量。其概念圖如圖 3-2 所示，其詳細介紹將會在線性規劃模式中做解釋。

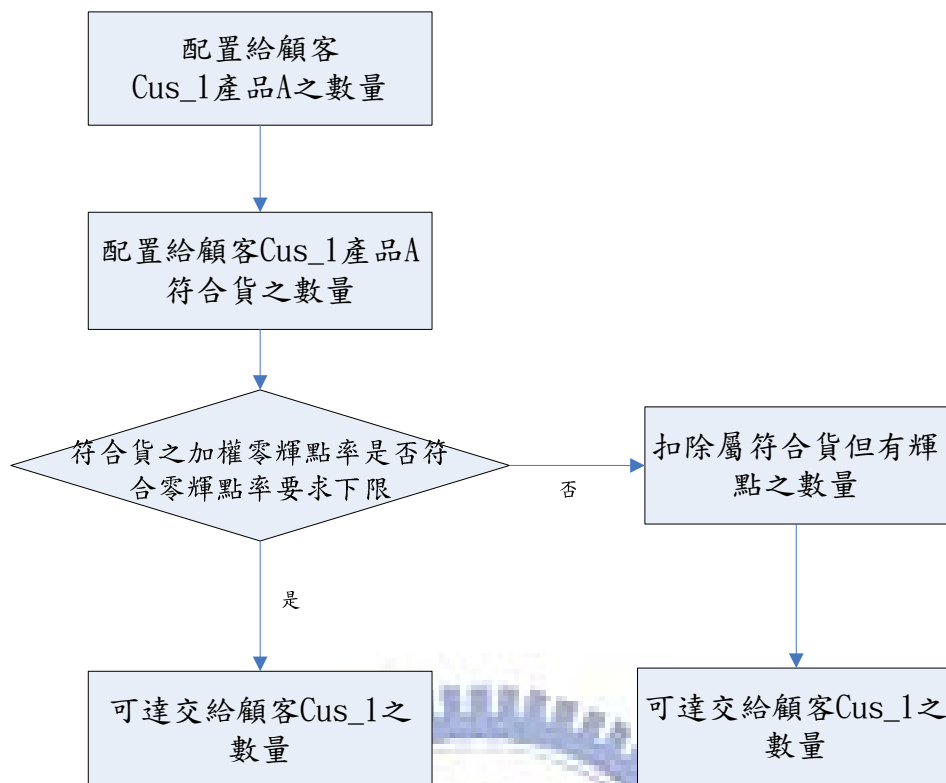


圖 3-2 配貨兩階段示意圖

為了更進一步說明其運作原理，以下將舉某一顧客訂單要求，並求出所應投入生產之各 LCD 半成品等級數量，來滿足該筆訂單。

顧客訂單

顧客別	所需產品別	產品需求量	零輝點率 要求下限
顧客 Cus_1	A	185 片	85%

產品別 A 對於顧客 Cus_1 和顧客 Cus_2 之符合率和零輝點率對照表

LCD 半成品 等級	該等級產品之 零輝點率	該等級產品對顧 客 Cus_1 之符合率	該等級產品對顧 客 Cus_2 之符合率
A_R1	90%	95%	90%
A_R2	85%	92%	85%
A_R3	80%	90%	80%
A_R4	70%	20%	10%

如上述兩階段之觀念，第一階段先配出顧客需求之符合貨 185 片，在此規劃以產品別 A 等級 A_R1(100 片)和 A_R3(100 片)之 LCD 半成品投入

生產，根據上述表格可以算出

符合貨=

$$\Sigma(\text{數量} * \text{投入等級別之符合率}) = (100 \text{ 片} * 95\%) + (100 \text{ 片} * 90\%) = 185 \text{ 片}$$

加權零輝點率=

$$\Sigma(\text{數量} * \text{投入等級別之符合率} * \text{零輝點率}) / \text{符合貨} = (100 \text{ 片} * 95\% * 90\% + 100 \text{ 片} * 90\% * 80\%) / 185 \text{ 片} = (85.5 + 72) / 185 = 85.1\%$$

投料計劃表輸出結果

產品 A 等級別	投入量	符合貨	符合貨加總	加權零輝點率	實際可出貨量	次級成品剩餘量
A_R1	100 片	95 片	185 片	85.1% >= 85%	185 片	15 片
A_R3	100 片	90 片				

由上表可以得知，當利用產品別 A 等級 A_R1 (100 片) 和 A_R3 (100 片) 之 LCD 半成品投入生產後，所求得之 185 片之符合貨成品都可交予顧客，但是剩餘 15 片次級成品。



3.2 整體邏輯與架構

本文針對 TFT-LCD 模組廠單廠區生產環境，設計一套解題流程，藉以求解最適之生產排程，其整體生產架構圖如圖 3-3 整體邏輯架構圖所示。另外，本文將規劃幅度(l)訂為 28 天，而為使求解更加準確，進一步將規劃之週期訂為 1 天。本研究之規劃內容主要分為兩個模組，分別為：瓶頸工作站排程和訂單配貨模組、物料規劃模組，其內容簡述如下：

- (1) 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組：此模組之輸入資訊包括顧客訂單需求和交期、組立廠產出交予模組廠之面板來料計畫(包含產品等級符合率和零輝點率)、製程機台資訊，藉由瓶頸工作站生產排程和產品等級配貨機制，以利潤最大化為目標，利用整數規劃同時考量瓶頸工作站排程和訂單配貨問題，求出每期所應生產之產品和等級。

此模組包含訂單配貨之機制，故必須在此階段檢查所求解出之生產規劃，其訂單是否全部達交。如果未滿足，此時必須先檢查瓶頸工作站是否尚有可供運用之產能，如果有，則增加所欠缺之面板來料，重新規畫生產排程；如果瓶頸工作站產能已滿載，則必須調整顧客訂單達交量，讓小額未滿足量之訂單，可以不小於未滿足量下限值。

再者，當求解出每期所應生產之產品後，必須進一步檢查，是否尚有未排入生產之組立廠預定 LCD 面板來料，如果有，則必需把所剩餘之各產品等級之面板數量，回饋給上層運籌中心作為規劃來料之參考。

最後，當所求解出之生產規劃符合上述之限制後，則把此規劃結果當成下一階段-物料規劃模組之輸入資訊。

- (2) 物料規劃模組：本模組之主要目的為支持上層規劃結果，以第一階段之生產規劃資訊和期初關鍵物料庫存作為輸入項，並以最小化成本為目標，建構關鍵物料規劃機制。此機制主要考量物料替代特性下，盡量用光目前之現有庫存，並求出每期生產所需之關鍵物料數量，如有物料不足情況，則需開立採購令，購買不足之物料，完成物料之規劃。

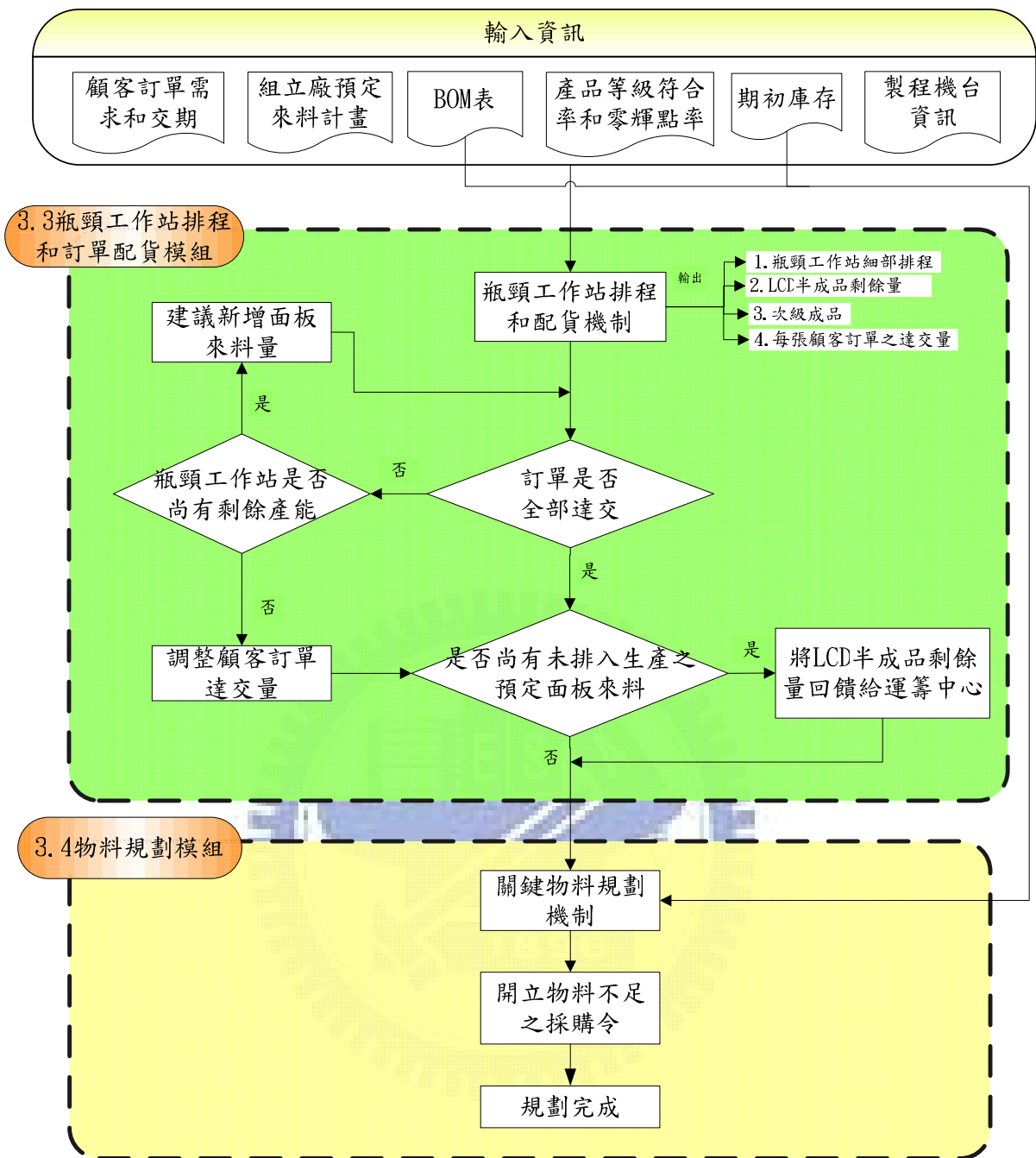


圖 3-3 整體邏輯架構圖

3.3 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組

由於 TFT-LCD 產業在陣列段和組立段是以產能為導向之生產方式，並同時考量到訂單需求和需求預測來規劃該兩區段之生產排程，而上層生產規劃人員，在已知組立端產出情況下，會依照各模組廠訂單需求不同來分派 TFT-LCD 面板給模組廠。故本研究即在已知組立段之 LCD 半成品產品等級來到且顧客訂單需求已知之情況下，來規劃模組廠之生產排程。

因此，吾人在 3.3.1 節即先利用「瓶頸工作站生產排程和產品等級配貨機制」，針對需求和 LCD 半成品來料量已知下，考量瓶頸產能和換線限制，求算出各產品等級之 LCD 半成品在瓶頸工作站之生產規劃並決定顧客訂單達交量；而在 3.3.2 節將依 3.3.1 節之規劃結果，評估該結果是否符合預期績效；另外，3.3.3 節則視評估結果，調整 LCD 半成品來料或訂單，以達預期之績效，如圖 3-4 所示。

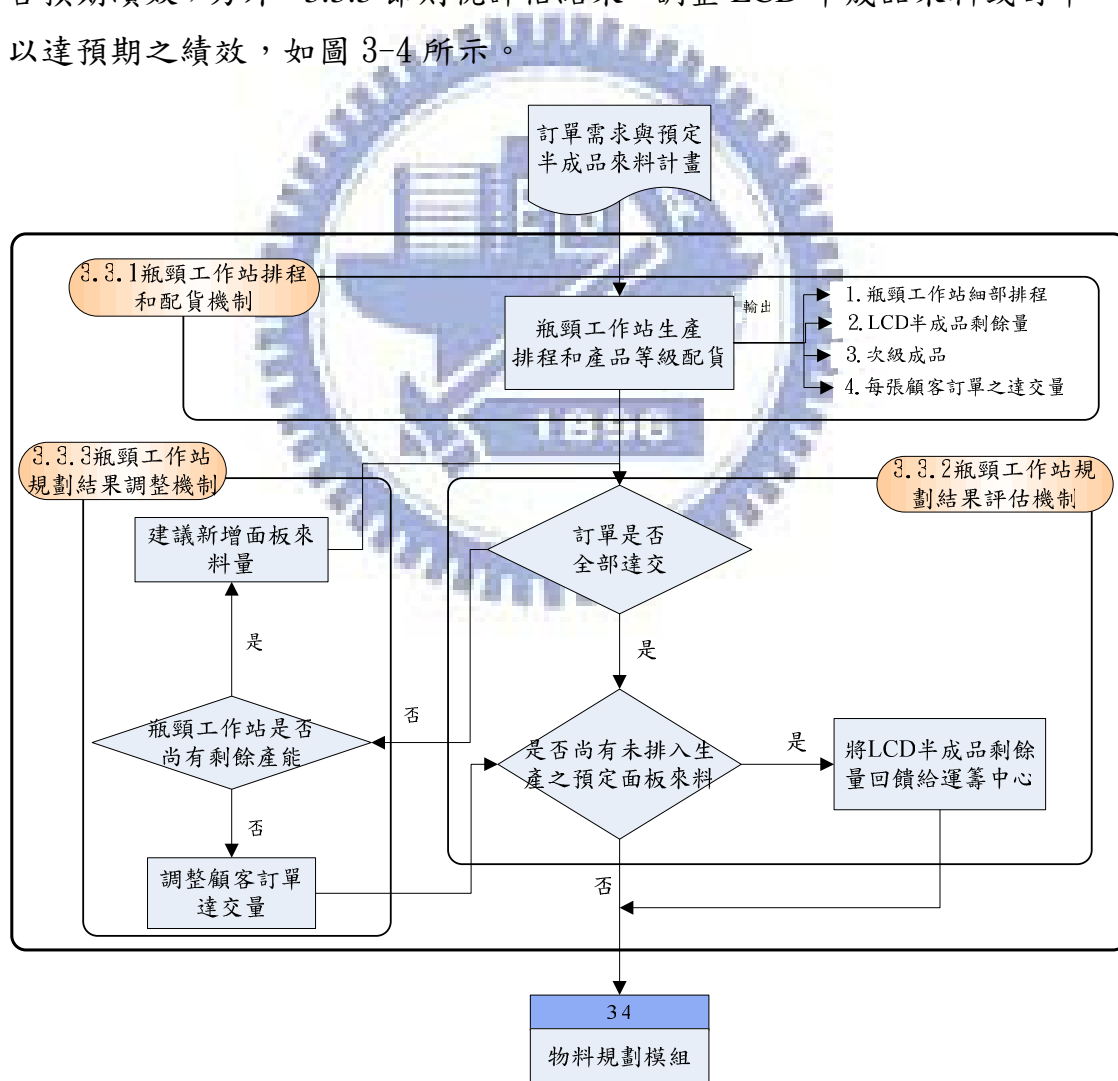


圖 3-4 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組流程圖

此模組之主要目的在於將已知各產品等級面板來料情況下，同時考量產能和換線之限制，決定這些 LCD 半成品在瓶頸機台之加工順序並達成顧客達交率之預期績效。本研究將應用許氏[15]的瓶頸機台產能配置之觀念，結合模組廠特有之產品等級配貨問題，建構一符合本論文之數學模式。

3.3.1 瓶頸站排程和配貨機制

由於模組廠在每一規劃幅度內，都會收到上游組立廠之來料計畫，而此來料計畫是經由上游規劃人員彙總各組立廠之產出資訊，且考量各模組廠之產能限制、模組廠期初面板庫存量 and 顧客訂單需求下，粗估各模組廠之預定面板需求量。故本研究在一開始即規劃瓶頸工作站之產能配置和顧客訂單配貨問題之主要原因為，在面板來料已知之前提下，模組廠規劃人員必須要同時考量產能和顧客達交兩項因素，以利潤最大化為目標求解出之生產順序，方為最佳之生產規劃。

再者，因為組立廠製程變異之特性，在組立廠產出端會生產出品質優劣不一之產品(即產品之 Rank 高低)，在此情況下，每一模組廠不得不接受一定比例從組立廠運送來 Rank 較低之 LCD 半成品，Rank 越低，所產生之次級成品越多，這些次級成品在實務上，可以售予大賣場及一些名不見經傳之廠商。

另外，由於不同顧客對於品質要求不同，故對於以同一等級之面板生產出之成品接收度不一。當規劃人員將 LCD 半成品配貨給特定顧客時，會產生次級成品，但是這些次級成品有可能符合其他顧客之規格需求。

為降低本研究之研究複雜度，本研究之瓶頸站排程和配貨機制係基於下列假設：

1. 若配予特定顧客之貨品不符該顧客所訂規格，即成為次級成品，不得成為其他顧客之有效產出。
2. 剩餘符合貨庫存可在規劃幅度後售出，但利潤低於當規劃幅度允諾之訂單。故一般情況下會先滿足當規劃幅度允諾之訂單，才会有剩餘符合貨庫存。

模式符號定義

1. 常數 (Constant)

beg : 期初時間

set : 產品加工設置時間

H : 極大數

2. 下標 (Indices)

o : 訂單編號 ($o=1,2,3\dots O$)

p : 產品別 ($p=1,2,3\dots P$)

r : LCD 半成品面板等級 ($r=1,2,3\dots R$)

t : 時間週期 ($t=1,2,3\dots T$)

m : 瓶頸工作站 BN 機台編號 ($m=1,2,3\dots M$)

3. 參數 (Parameter)

$ar_{p,r,t}$: 組立廠產品 p 等級 r 之 LCD 半成品在第 t 期之來到量

$hpi_{p,r,beg}$: 產品 p 等級 r 之 LCD 半成品之期初庫存量

$dd_{o,p}$: 訂單編號 o 產品 p 之交期

$dq_{o,p}$: 訂單編號 o 產品 p 之需求量

$pr_{o,p}$: 訂單編號 o 產品 p 每單位預期收入

$pr'_{o,p}$: 訂單編號 o 產品 p 剩餘符合貨之每單位另售收入

pt_p : 產品 p 每單位加工時間

$cap_{m,t}$: 瓶頸機台 m 在第 t 期之可用產能

$zbd_{o,p}$: 訂單編號 o 之零輝點率要求下限

$ug_{o,p,r}$: 訂單編號 o 對於產品 p 等級 r 之 LCD 半成品投入產出之符合率

$bd_{p,r}$: 產品 p 等級 r 之 LCD 半成品投入產出後之零輝點率

$mc_{p,r}$: 生產產品 p 等級 r 之每單位生產成本

$uc_{o,p}$: 在規劃週期內未滿足訂單編號 o 產品 p 之每單位懲罰成本

ci_p : 產品 p 次級成品單位收入

4. 決策變數 (Decision Variables)

$X_{p,r,m,t}$: 在第 t 期指派給瓶頸機台 m 生產產品 p 等級 r 之 LCD 半成品投入生產之數量，屬大於等於 0 之整數

$RC_{m,t}$: 在第 t 期瓶頸機台 m 所剩餘之產能，屬大於等於 0 之整數

$AQ_{o,p,r,t}$: 在第 t 期分配給訂單編號 o 以產品 p 等級 r 之 LCD 半成品投入生產之數量，屬大於等於 0 之整數

$RAQ_{o,p}$: 在交期前，符合訂單編號 o 產品 p 之數量，屬大於等於 0 之實數

$SUR_{o,p}$: 分派給訂單編號 o 產品 p 所產生之剩餘符合貨庫存，屬大於等於 0 之實數

$VAQ_{o,p}$: 分派給訂單編號 o 產品 p 所產生之次級成品量，屬大於等於 0 之實數

$US_{o,p}$: 規劃週期內未滿足訂單編號 o 產品 p 之數量，屬大於等於 0 之實數

$HP_{p,r,t}$: 產品 p 等級 r 之 LCD 半成品在第 t 期的剩餘量，屬大於等於 0 之正整數

$VHBD_{o,p}$: 分派給訂單編號 o 產品 p 所產生之符合貨而有輝點之次級成品量，屬大於等於 0 之實數

5. 工作變數 (Working Variable)

$\delta_{p,m,t}$: 0-1 變數。在第 t 期，產品 p 是否在 m 機台上生產，若是則為 1；否為 0

$\psi_{p,m,t}$: 0-1 變數。在第 t 期，產品 p 是否在 m 機台上生產是否需要整備，若是則為 1；否為 0

$\gamma_{p,m,t}$: 0-1 變數。在第 t 期初，機台 m 是否排定生產產品 p ，若是則為 1；否為 0

$\phi_{p,m,t}$: 0-1 變數。在第 t 期末，機台 m 是否排定生產產品 p ，若是則為 1；否為 0

$U_{o,p}$: 0-1 變數，訂單編號 o 產品 p 是否未滿足，若是則為 0；否為 1

模式設計理念

(1) 配貨相關變數設計

瓶頸工作站生產排程和產品等級配貨數學模式，主要考量產品換線、產能限制和顧客訂單配貨三大限制，最特別的地方即為配貨之考量。規劃人員在工廠之投料端決定投入各產品等級之數量時，必須考量各期投入生產之各產品等級數量分別要配給哪些訂單，有可能不同期投入生產之產品等級是配給同一張訂單，再從這些配予同一張訂單之產品中，去計算其符合率和零輝點率，進而求算出各訂單之達交量。

在本模式設計有關配貨之相關變數為 $X_{p,r,m,t}$ 、 $AQ_{o,p,r,t}$ 、 $RAQ_{o,p}$ 、 $SUR_{o,p}$ 、 $VAQ_{o,p}$ 、 $US_{o,p}$ 、 $VHBD_{o,p}$ ，其中 $X_{p,r,m,t}$ 代表各期各機台所生產各產品等級之數量，再由這些排定生產之數量，配予各訂單即 $AQ_{o,p,r,t}$ ，而 $RAQ_{o,p}$ 、 $SUR_{o,p}$ 、 $VAQ_{o,p}$ 、 $US_{o,p}$ 、 $VHBD_{o,p}$ 則是將 $X_{p,r,m,t}$ 所生產之產品等級配給各訂單後，所求出之結果，其示意圖如圖 3-5 所示。

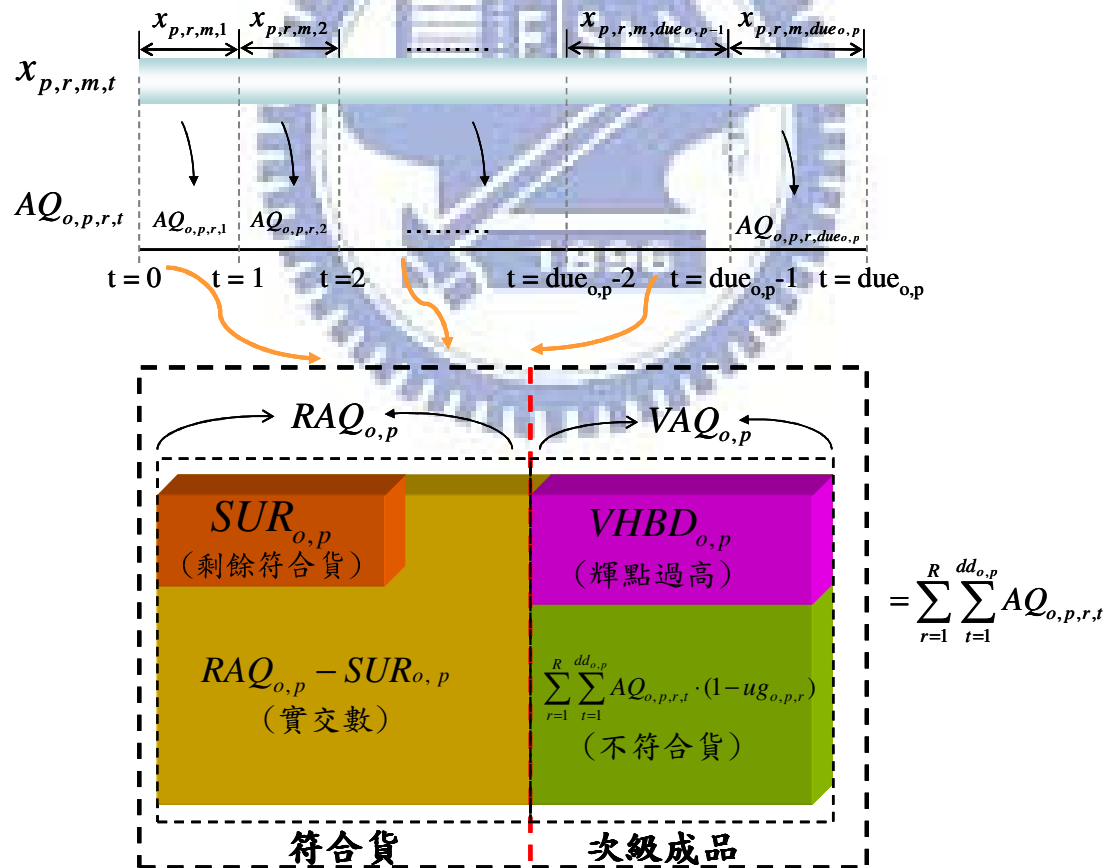


圖 3-5 顧客訂單配貨示意圖

線性規劃模式說明

依據上述之符號定義說明，以下將針對此瓶頸工作站排程和訂單配貨問題構建一線性規劃模式來求解最佳生產配置：

1. 目標式(Objective)

本研究考量訂單交期、面板等級之限制，加上 LCD 半成品庫存，產能和面板等級轉換限制，以現有的資源做規劃，期能滿足最多的顧客並降低庫存，求出最大化利潤之允諾量，故目標式如式 3-1 所示：

最大化(所有訂單預期收入+次級成品售出收入+剩餘符合貨另售收入-投入生產成本-無法達交之懲罰值)，如所示：

Maximize

$$\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P pr_{o,p} \cdot (RAQ_{o,p} - SUR_{o,p}) + \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P ci_p \cdot VAQ_{o,p} + \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P pr'_{o,p} \cdot SUR_{o,p} - \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R \sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T mc_{p,r} \cdot X_{p,r,m,t} - \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P uc_{o,p} \cdot US_{o,p}$$

式 3-1

➤ $\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P pr_{o,p} \cdot (RAQ_{o,p} - SUR_{o,p})$ (所有訂單預期收入)

訂單編號 o 產品別 p 之單位利潤乘上如期達交之數量

➤ $\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P ci_p \cdot VAQ_{o,p}$ (次級成品售出收入)

配給每張訂單之單位次級成品乘上每張訂單之次級成品量

➤ $\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P pr'_{o,p} \cdot SUR_{o,p}$ (剩餘符合貨另售收益)

訂單編號 o 產品別 p 之剩餘符合貨單位收入乘上剩餘符合貨之數量

➤ $\sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R \sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T mc_{p,r} \cdot X_{p,r,m,t}$ (所有投入生產成本)

將不同產品別等級之每單位生產成本乘上採用各等級面板在每期之投入生產量

➤ $\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P uc_{o,p} \cdot US_{o,p}$ (無法達交之懲罰成本)

每張訂單之單位懲罰成本乘上每張訂單無法達交之數量

2. 限制式(Constraint)

本瓶頸站排程和配貨機制之限制式將分成兩部分, 2.1 瓶頸工作站排程限制式, 2.2 訂單配貨限制式, 如下所示:

Subject to

2.1 瓶頸工作站排程限制

$$\blacksquare \sum_{p=1}^P [(\sum_{r=1}^R X_{p,r,m,t}) pt_p + set \cdot \psi_{p,m,t}] + RC_{m,t} = cap_{m,t} \quad \forall m,t \quad \text{式 3-2}$$

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R X_{p,r,m,t} \leq H \times \delta_{p,m,t} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-3}$$

$$\blacksquare \sum_{p=1}^P \gamma_{p,m,t} \leq 1, \quad \sum_{p=1}^P \phi_{p,m,t} \leq 1 \quad \forall m,t \quad \text{式 3-4}$$

$$\blacksquare \gamma_{p,m,t} \leq \delta_{p,m,t}, \quad \phi_{p,m,t} \leq \delta_{p,m,t} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-5}$$

$$\blacksquare \delta_{p,m,t} \leq \psi_{p,m,t} + \phi_{p,m,t-1} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-6}$$

$$\blacksquare \delta_{p,m,t} \leq \gamma_{p,m,t} + \psi_{p,m,t} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-7}$$

$$\blacksquare X_{p,r,m,t} \geq 0 \quad \forall p,r,m,t \quad \text{式 3-8}$$

$$\blacksquare \delta_{p,m,t}, \psi_{p,m,t}, \phi_{p,m,t}, \gamma_{p,m,t} \in (0,1)$$

➤ 限制式說明

1. 各機台每期產能限制

$$\sum_{p=1}^P [(\sum_{r=1}^R X_{p,r,m,t}) pt_p + set \cdot \psi_{p,m,t}] + RC_{m,t} = cap_{m,t} \quad \forall m,t \quad \text{式 3-2}$$

式 3-2 為生產時間加上設置時間再加上剩於產能，會等於其每期機台之產能。每一期各機台所耗用之產能，即所生產之產品 p 乘上其加工時間之加總再加上其設置時間需求。 $\psi_{p,m,t}$ 為 0-1 變數，若產品加工需要設置則為 1；否則為 0。

2. 產品加工配置數量 $x_{p,m,r,t}$ 和 $\delta_{p,m,t}$ 之關係

$$\sum_{r=1}^R X_{p,r,m,t} \leq H \times \delta_{p,m,t} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-3}$$

式 3-3 為產品加工數量 $x_{p,m,r,t}$ 和 $\delta_{p,m,t}$ 之關係式。在關係式中先加總產品 p 每個等級 r 之配置數量，方為產品 p 在第 t 期機台 m 加工數量。工作變數 $\delta_{p,m,t}$ 為 0-1 變數，如為 1 表示在第 t 期機台 m 生產產品 p 之產品；否則為 0。 H 為一極大值，當 $\delta_{p,m,t}$ 為 1 方能配置產品 p 之 LCD 半成品在第 t 期機台 m 上加工，且 $x_{p,r,m,t} \leq H$ 恆成立。

3. 期初和期末每個機台加工之產品限制

$$\sum_{p=1}^P \gamma_{p,m,t} \leq 1, \quad \sum_{p=1}^P \phi_{p,m,t} \leq 1 \quad \forall m,t \quad \text{式 3-4}$$

$$\gamma_{p,m,t} \leq \delta_{p,m,t}, \quad \phi_{p,m,t} \leq \delta_{p,m,t} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-5}$$

式 3-4 和式 3-5 和為每期期初和期末各機台加工產品別數量之限制。式 3-4 為不管加工哪個產品別，在期初和期末在每一期之每個機台最多只能加工一產品別，故 $\sum_{p=1}^P \gamma_{p,m,t} \leq 1, \quad \sum_{p=1}^P \phi_{p,m,t} \leq 1$ ，而在期中不限制加工產品別數量，如再加上式 3-6 限制式，可得知在期中加工之產品，必定要換線，其示意圖如圖 3-6 所示。而式 3-5 則為當決定在第 t 期機台 m 上加工產品 p 時，再由模式挑選出要在期初加工 ($\gamma_{p,m,t} = 1$) 或是期末加工 ($\phi_{p,m,t} = 1$)，如果只加工一種產品，則 $\gamma_{p,m,t}$ 和 $\phi_{p,m,t}$ 皆等於 1，式 3-4 和式 3-5 會同時成立。如果為加工兩種產品， p 和 p' ，則 $\delta_{p,m,t} = 1, \quad \delta_{p',m,t} = 1$ ，假設 p 先在期初加

工， $\gamma_{p,m,t} = 1$ 和 $\phi_{p,m,t} = 0$ 將成立；反之 p' 在期末加工時 $\gamma_{p',m,t} = 0$ 和 $\phi_{p',m,t} = 1$ 會成立，也將同時符合式 3-4 和式 3-5。另外，當加工三種產品時，勢必將會有一種產品 p'' 必須在期中生產，即 $\delta_{p'',m,t} = 1$ ，且 $\gamma_{p'',m,t} = 0$ 和 $\phi_{p'',m,t} = 0$ ，亦不違反式 3-5 故不管是加工一種產品或兩種產品以上時，式 3-4 和式 3-5 兩條限制式皆會同時成立。

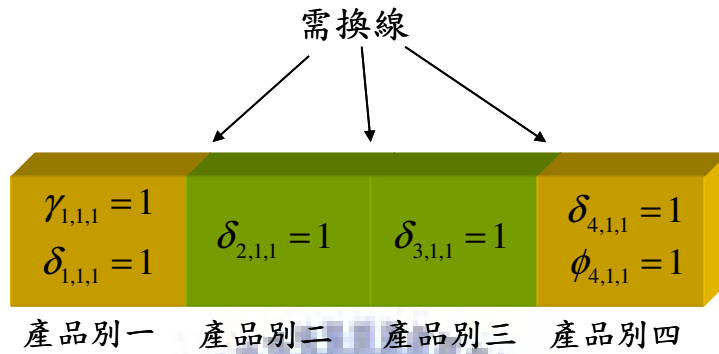


圖 3-6 產品換線示意圖

4. 機台設置轉換限制式

$$\delta_{p,m,t} \leq \psi_{p,m,t} + \phi_{p,m,t-1} \quad \forall p, m, t \quad \text{式 3-6}$$

式 3-6 表示週期和週期間之換線限制，當產品於第 $t-1$ 期期末生產產品 p ($\phi_{p,m,t-1} = 1$) 且在第 t 期亦加工產品 p 時 ($\delta_{p,m,t} = 1$)，依照換線最小化原則，不需要換線 ($\psi_{p,m,t} = 0$)；然而，如果 $t-1$ 期末未生產產品 p ($\phi_{p,m,t-1} = 0$)，則該機台在第 t 期所生產之產品 p 需要換線 ($\psi_{p,m,t} = 1$)。

5. 機台當期整備轉換限制式

$$\delta_{p,m,t} \leq \gamma_{p,m,t} + \psi_{p,m,t} \quad \forall p, m, t \quad \text{式 3-7}$$

式 3-7 表示週期內之換線原則，此式可與式 3-6 對照。假若第 t 期機台 m 為專線生產，且產品 p 於第 t 期機台 m 加工，即 $\delta_{p,m,t} = \gamma_{p,m,t} = \phi_{p,m,t} = 1$ ，再加上式 3-6 中之 $\phi_{p,m,t-1} = 1$ 成立，則 $\psi_{p,m,t} = 0$ ，亦即該機台在上期末 $t-1$ 期生產產品 p 且產品 p 再當期 t 期期初生產，則不需換線；有一條件不成立，就必須換線。同理可知混線生產之情況。

2.2 訂單配貨限制式

$$\blacksquare \sum_{m=1}^M X_{p,r,m,t} \geq \sum_{o=1}^O AQ_{o,p,r,t} \quad \forall p,r,t \quad \text{式 3-9}$$

每期指派到各機台 m 加工之產品 p 等級 r LCD 半成品數量之加總大於等於每期指派給訂單編號 o 產品 p 等級 r 之 LCD 半成品數量之加總

$$\blacksquare HP_{p,r,t} = hpi_{p,r,beg} \quad \forall p,r,t=0 \quad \text{式 3-10}$$

$$\blacksquare HP_{p,r,t-1} + ar_{p,r,t} - \sum_{m=1}^M X_{p,r,m,t} = HP_{p,r,t} \quad \forall p,r,t \geq 1$$

上一期產品 p 等級 r 之 LCD 半成品存貨，加上本期產品 p 等級 r 之 LCD 半成品到貨量，減掉本期指派至機台 m 加工之產品 p 等級 r LCD 半成品加總，等於本期產品 p 等級 r 之 LCD 半成品存貨量

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} - VHBD_{o,p} \geq RAQ_{o,p} \quad \forall o,p \quad \text{式 3-11}$$

在訂單編號 o 產品 p 交期 $dd_{o,p}$ 前，每期指派給訂單 o 產品 p 之數量乘以符合率之加總(即符合貨之加總)，扣除配給訂單 o 產品 p 之符合貨而有輝點之次級成品量，大於等於符合訂單編號 o 產品 p 之數量。

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} \cdot bd_{p,r} \geq zbd_{o,p} \cdot \left(\sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} - VHBD_{o,p} \right) \quad \forall o,p \quad \text{式 3-12}$$

在訂單編號 o 產品 p 交期 $dd_{o,p}$ 前，每期指派給訂單 o 產品 p 之數量乘以符合率再乘以零輝點率之總數(即符合貨且為零輝點之產品總數)，必須大於等於所有指派給訂單編號數量乘以符合率之加總(即符合貨之總數)，減掉符合貨而有輝點之次級成品量 $VHBD_{o,p}$ (此為配予訂單編號 o 產品 p 之符合貨中，因未達訂單編號零輝點率要求下限，所必須扣除之有輝點但為符合貨之數量)，乘以訂單編號所限定之零輝點率下限，所乘起來之值，即為指派給訂單編號 o 產品 p 該批貨應該有之零輝點產品之數量。方能滿足訂單編號 o 產品 p 零輝點率要求之下限，如果符合貨且

為零輝點之產品總數大於 $zbd_{o,p} \cdot \left(\sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} \right)$ ，則 $VHBD_{o,p} = 0$ 。

此 $VHBD_{o,p}$ 變數之設計可以確保配貨結果中，交貨批之加權零輝點率接近顧客要求之零輝點率下限，達到貨盡其用之目的，並增進本數學模式配貨時之配貨效率，其示意圖，如圖 3-7 所示。

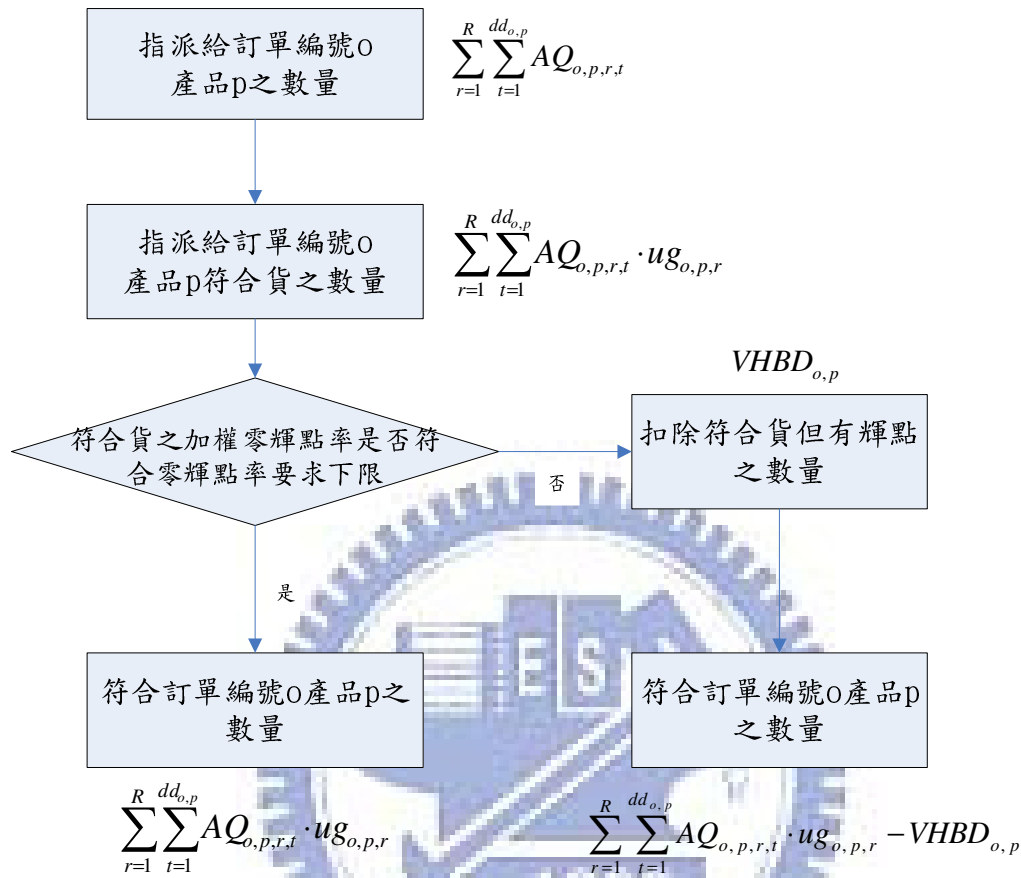


圖 3-7 符合率和零輝點率對於達交率之關係圖

■ $dq_{o,p} - RAQ_{o,p} \leq US_{o,p} \quad \forall o, p$ 式 3-13

訂單編號 o 產品 p 之需求量扣掉符合訂單編號 o 產品 p 之數量，必須要小於等於訂單編號 o 產品 p 之未滿足量

■ $RAQ_{o,p} \leq H * dq_{o,p} \quad \forall o, p$ 式 3-14

訂單編號 o 產品 p 必須有需求，方能有符合訂單編號 o 產品 p 之符合貨

■ $RAQ_{o,p} + US_{o,p} \leq dq_{o,p} + SUR_{o,p} \quad \forall o, p$ 式 3-15

符合訂單編號 o 產品 p 之數量加上訂單編號 o 產品 p 未達交數量小於等於訂單編號 o 產品 p 之允諾量加上配予訂單編號 o 產品 p 之後所剩餘符合量 $SUR_{o,p}$ 。當 $RAQ_{o,p}$ 大於 $dq_{o,p}$ ，則 $US_{o,p} = 0$ 且 $SUR_{o,p} > 0$ ；若 $RAQ_{o,p}$ 小於 $dq_{o,p}$ ，則 $US_{o,p} > 0$ 且 $SUR_{o,p} = 0$ 。

$$\blacksquare US_{o,p} \leq H * (1 - U_{o,p}) \quad \forall o, p \quad \text{式 3-16}$$

當訂單編號 o 產品 p 之未滿足量大於 0 時，則 $U_{o,p} = 0$ ；當未滿足量等於 0 時，則 $U_{o,p} = 1$ 。

$$\blacksquare \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P SUR_{o,p} \leq H * U_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-17}$$

當有任一訂單編號 o 產品 p 尚有未滿足量時，即 $U_{o,p} = 0$ ，則

$\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P SUR_{o,p} = 0$ ，意即有任一訂單未滿足時，不得有剩餘符合貨；反之，

當全部訂單接滿足時，即 $U_{o,p} = 1 \quad \forall o, p$ ，則 $\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P SUR_{o,p} \leq H$ ，即可有剩

餘符合貨產生。

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} - RAQ_{o,p} \geq VAQ_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-18}$$

指派給訂單編號 o 產品 p 之投入數量減掉符合訂單編號 o 產品 p 之數量等於指派給訂單 o 產品 p 所產生之次級成品總量(即

$$VHBD_{o,p} + \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot (1 - ug_{o,p,r})$$

$$\blacksquare \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^T AQ_{o,p,r,t} - \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} = 0 \quad \forall o, p \quad \text{式 3-19}$$

不接受逾期之 LCD 半成品指派給訂單編號 o 產品 p ，故在規劃週期內指派給訂單編號 o 產品 p 等級 r 之數量，減掉在交期前指派給訂單編號 o 產品 p 等級 r 之數量必須要為 0。

$$\blacksquare AQ_{o,p,r,t} \geq 0, RAQ_{o,p} \geq 0, VAQ_{o,p} \geq 0, US_{o,p} \geq 0, HP_{p,r,t} \geq 0, VHBD_{o,p} \geq 0, SUR_{o,p} \geq 0, U_{o,p} \geq 0, \forall o, p, r, t \quad \text{式 3-20}$$

3.3.2 瓶頸工作站規劃結果評估機制

由於上游規劃人員在決定各組立廠產出之 LCD 半成品運送至模組廠之配送計畫時，是屬於粗估的階段，來料計畫可能有失精準，故在此階段必須先視規劃之達交量是否全部滿足所有訂單，滿足所有訂單後，方能再進一步把模組廠之規劃結果中之剩餘來料回饋給上層；如果部分訂單尚未滿足，則必須進入 3.3.3 瓶頸工作站規劃結果調整機制。其規劃流程圖如圖 3-8 所示，詳細步驟將在以下列示。

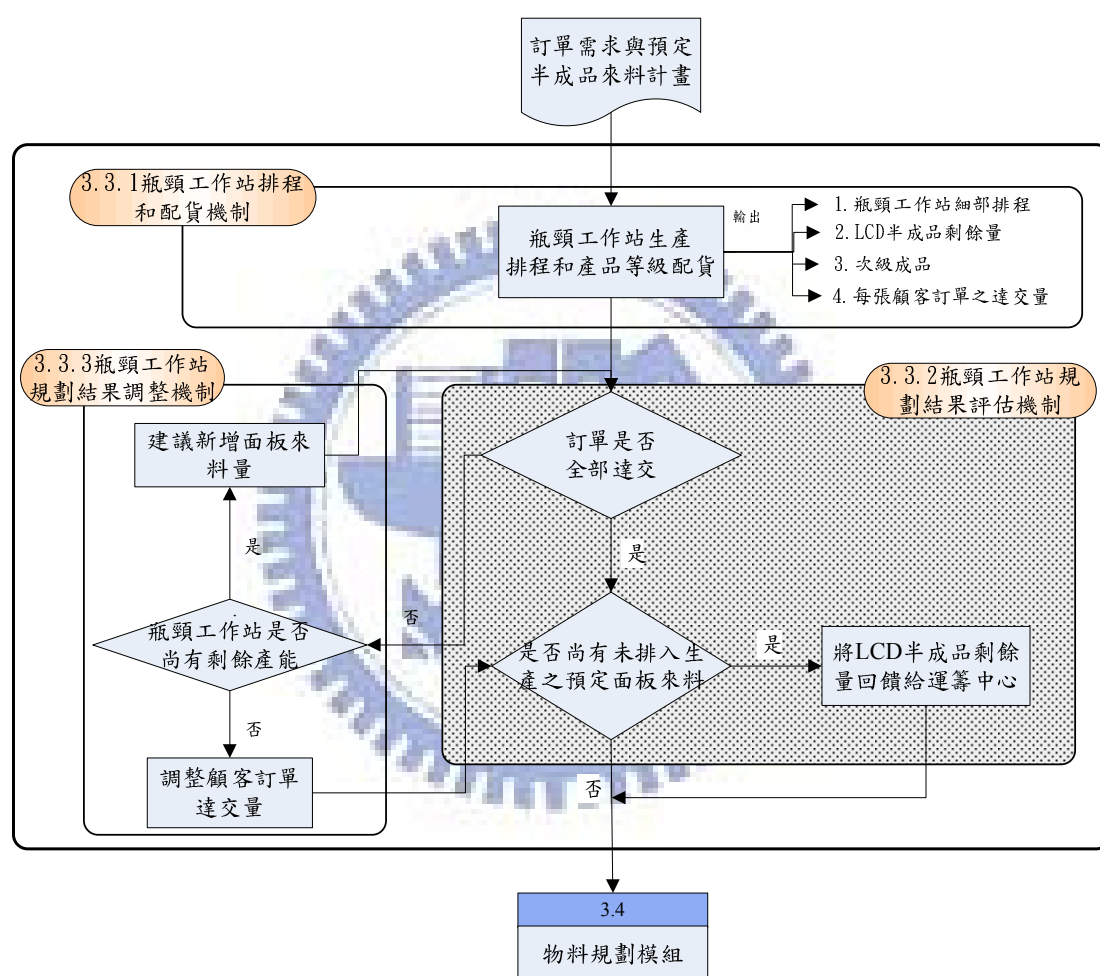


圖 3-8 瓶頸工作站規劃結果評估機制流程圖

瓶頸站排程和配貨機制是根據 LCD 半成品面板來料和需求已知情況下，以利潤最大化規劃瓶頸工作站之排程。由於不管是符合貨、次級成品，對於模組廠均有實質收益，理論上在產能允許之情況下，通常會把所有 LCD 半成品面板來料投入生產，故經由此機制之規劃結果可以預知在模組廠之投料端，將會剩下多少 LCD 半成品面板，而這些剩餘 LCD 半成品面板即代表在該規劃週期內，不會使用到之面板剩餘量，故必須把剩餘 LCD 半成品數量回饋給運籌中心，當成運籌中心規劃人員安排來料計畫之參考。

◆ 步驟一：

當瓶頸站排程和配貨機制規劃完成後，必須先檢查所規劃完成之排程，是否滿足所有訂單。本研究將訂定達交比率 100%，在規劃幅度內，所規劃之瓶頸站細部排程和配貨，訂單必須全部滿足，其檢查公式如下所示：

訂單實際達交數量總量/所有訂單需求總數=100%

$$\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P (RAQ_{o,p} - SUR_{o,p}) / \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P dq_{o,p} = 100\% \quad \text{式 3-21}$$

以上訂單達交率必須成立後，方能進入下一步驟，否則必須進入瓶頸工作站規劃結果調整階段，進行調整。

◆ 步驟二：

當訂單全數滿足後，必須進一步檢查完成之排程，在規劃週期第 T 期末，所有剩餘之 LCD 半成品面板量，即檢查 $HP_{p,r,T} > 0$ 各產品別等級之數量，將此數量回饋給運籌中心，即可進入物料規劃模組。



3.3.3 瓶頸工作站規劃結果調整機制

當組立廠 LCD 半成品來料不能滿足訂單時，必須進入此階段，以進行面板來料亦或訂單達交量調整。當上一階段規劃完成之瓶頸站排程各機台尚有可供利用之產能時，將會利用修正上述之線性規劃模式，來求解新增各產品等級面板來料之數量；若瓶頸工作站各機台之利用率依先前規劃之結果，已把產能用罄，則無新增 LCD 半成品面板來料空間。若此時某些未滿足訂單之未滿足量小於設定值，宜調整產出組合，使某些訂單之訂購量可以全部達交。其規劃流程圖如圖 3-9 所示，詳細步驟將在以下列示。

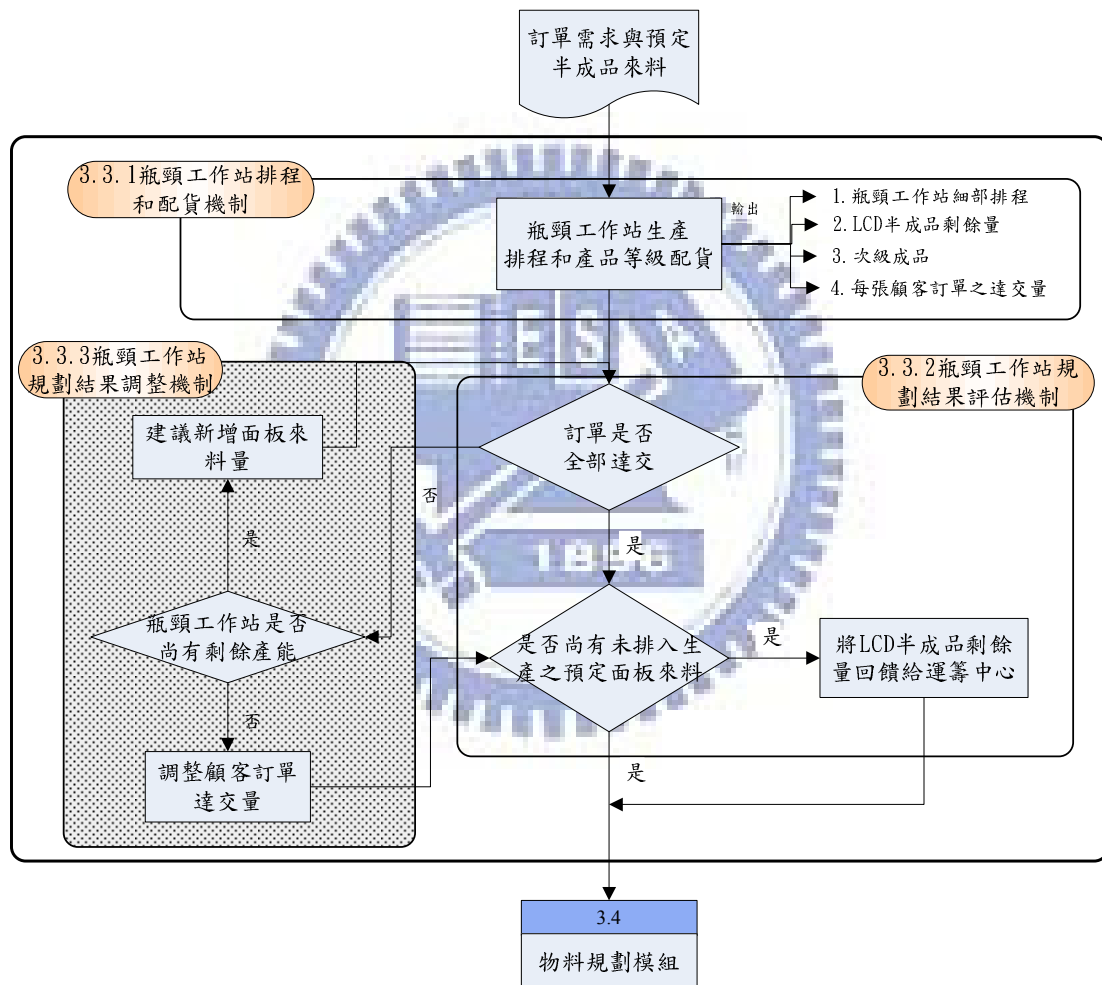


圖 3-9 瓶頸工作站規劃結果調整機制流程圖

➤ 檢查瓶頸工作站剩餘產能

當瓶頸站排程和配貨機制規劃完成，且訂單達交率未滿足預期成效時，則檢查規劃幅度內，瓶頸站機台各期各機產能之剩餘量 $RC_{m,t}$ 。當某一機台某期符合 $RC_{m,t} \geq \text{Max}(pt_p)$ 之條件，則進入建議新增 LCD 半成品來料階段，以利潤最大化求算建議新增面板來到量；若所有機台每期之

$RC_{m,t} < \text{Max}(pt_p)$ 皆成立，代表已無新增來料空間，故須調整產出組合，使部分未滿足量之訂單，不得小於設定值。

➤ 新增 LCD 半成品來料

此階段之線性規劃模式，主要還是以瓶頸站排程和配貨機制之數學模式為主軸，其目標式亦為利潤最大化。在目標式中，多一新增 LCD 半成品來料之額外成本，產品等級越高，來料之額外成本越高；另外，在求解新增 LCD 半成品來料時，必須考慮先前所規劃出結果中，各產品等級之 LCD 半成品面板在期末所剩餘之數量。此階段所建議新增之各產品等級面板來到量，不能使得規劃幅度末所剩餘之各產品等級面板，大於未新增來料前所規劃之第 T 期末剩餘量。

線性規劃模式

新增參數 (New Parameter)

$hp_{p,r,T}$ ：模組廠產品 p 等級 r 之 LCD 半成品在第 T 期(規劃幅度末)之剩餘量

$cc_{p,r}$ ：模組廠產品 p 等級 r 之新增來料之額外成本

新增決策變數 (New Decision Variables)

$NAR_{p,r,t}$ ：模組廠產品 p 等級 r 之 LCD 半成品在第 t 期之建議新增來到量，屬大於等於 0 之整數

目標式(Objective)

Maximize

$$\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P pr_{o,p} \cdot (RAQ_{o,p} - SUR_{o,p}) + \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P ci_p \cdot VAQ_{o,p} + \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P pr'_{o,p} \cdot SUR_{o,p} - \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R \sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T mc_{p,r} \cdot X_{p,r,m,t} - \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P uc_{o,p} \cdot US_{o,p} - \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^T cc_{p,r} \cdot NAR_{p,r,t} \quad \text{式 3-22}$$

限制式(Constraint)

$$\blacksquare \sum_{p=1}^P [(\sum_{r=1}^R X_{p,r,m,t}) pt_p + set \cdot \psi_{p,m,t}] + RC_{m,t} = cap_{m,t} \quad \forall m,t \quad \text{式 3-23}$$

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R X_{p,r,m,t} \leq H \times \delta_{p,m,t} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-24}$$

$$\blacksquare \sum_{p=1}^P \gamma_{p,m,t} \leq 1, \quad \sum_{p=1}^P \phi_{p,m,t} \leq 1 \quad \forall m,t \quad \text{式 3-25}$$

$$\blacksquare \gamma_{p,m,t} \leq \delta_{p,m,t}, \quad \phi_{p,m,t} \leq \delta_{p,m,t} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-26}$$

$$\blacksquare \delta_{p,m,t} \leq \psi_{p,m,t} + \phi_{p,m,t-1} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-27}$$

$$\blacksquare \delta_{p,m,t} \leq \gamma_{p,m,t} + \psi_{p,m,t} \quad \forall p,m,t \quad \text{式 3-28}$$

$$\blacksquare X_{p,r,m,t} \geq 0 \quad \forall p,r,m,t \quad \text{式 3-29}$$

$$\blacksquare \delta_{p,m,t}, \psi_{p,m,t}, \phi_{p,m,t}, \gamma_{p,m,t} \in (0,1)$$

$$\blacksquare \sum_{m=1}^M X_{p,r,m,t} \geq \sum_{o=1}^O AQ_{o,p,r,t} \quad \forall p,r,t \quad \text{式 3-30}$$

$$\blacksquare HP_{p,r,t} = hpi_{p,r,beg} \quad \forall p,r,t=0 \quad \text{式 3-31}$$

$$\blacksquare HP_{p,r,t-1} + ar_{p,r,t} + NAR_{p,r,t} - \sum_{m=1}^M X_{p,r,m,t} = HP_{p,r,t} \quad \forall p,r,t \geq 1 \quad \text{式 3-32}$$

$$\blacksquare HP_{p,r,T} \leq hp_{p,r,T} \quad \forall p,r \quad \text{式 3-33}$$

在此階段，主要新增式 3-32 和式 3-33。式 3-32 為 LCD 半成品面板之平衡方程式，新增變數 $NAR_{p,r,t}$ 為決定新增各等級面板來料量；而式 3-33 之參數 $hp_{p,r,T}$ 則為瓶頸站排程和配貨機制規劃結果之規劃幅度末各等級 LCD 半成品剩餘量，新增來料之規劃結果中，各等級 LCD 半成品規劃幅度末剩餘量 $HP_{p,r,T}$ 必須要小於 $hp_{p,r,T}$ 。

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} - VHBD_{o,p} \geq RAQ_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-34}$$

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} \cdot bd_{p,r} \geq zbd_{o,p} \cdot \left(\sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} - VHBD_{o,p} \right) \quad \text{式 3-35}$$

$\forall o, p$

$$\blacksquare dq_{o,p} - RAQ_{o,p} \leq US_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-36}$$

$$\blacksquare RAQ_{o,p} \leq H * dq_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-37}$$

$$\blacksquare RAQ_{o,p} + US_{o,p} \leq dq_{o,p} + SUR_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-38}$$

$$\blacksquare US_{o,p} \leq H * (1 - U_{o,p}) \quad \forall o, p \quad \text{式 3-39}$$

$$\blacksquare \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P SUR_{o,p} \leq H * U_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-40}$$

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} - RAQ_{o,p} \geq VAQ_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-41}$$

$$\blacksquare \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^T AQ_{o,p,r,t} - \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} = 0 \quad \forall o, p \quad \text{式 3-42}$$

$$AQ_{o,p,r,t} \geq 0, \quad RAQ_{o,p} \geq 0, \quad VAQ_{o,p} \geq 0, \quad US_{o,p} \geq 0, \quad HP_{p,r,t} \geq 0, \\ VHBD_{o,p} \geq 0, \quad SUR_{o,p} \geq 0, \quad U_{o,p}, \quad \forall o, p, r, t. \quad \text{式 3-43}$$

此模式之輸出結果，即決策變數之值，將傳回瓶頸工作站規劃結果調整階段，檢查所規劃出之達交率，是否滿足預期之績效。

➤ 調整訂單達交量

當瓶頸機台產能已用完，且訂單未全數達交之情況下，此時必須從未滿足訂單中，找出訂單中未滿足量小於預設值(LB)之訂單，讓這些少量未滿足訂單之量可以全數達交，這些補齊少數未滿足量訂單之產能，將是由其他訂單來吸收。此未滿足數量預設值之訂定其目的乃因，當這些未滿足量大於預設值，未被滿足之訂單較容易把這些未滿足量下單給其他廠商；如果未滿足量小於預設值，則顧客難以將這些未滿足量發放出去給其他廠

商。其詳細調整流程，如下頁圖 3-10 所示。

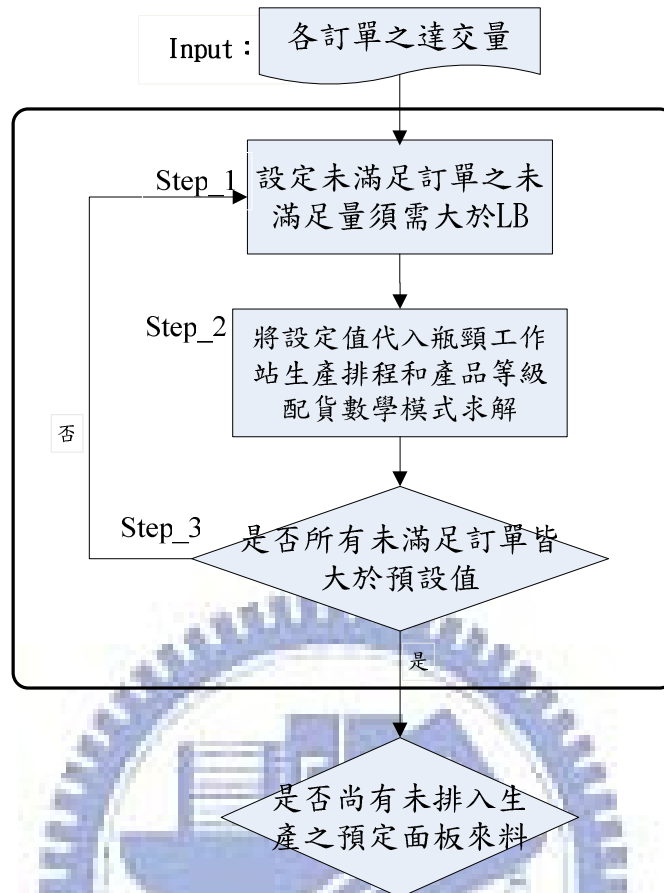


圖 3-10 調整訂單達交量流程圖

► 調整顧客達交量符號說明

LB ：未滿足訂單不得小於之預設值

◆ Step_1：

新增一限制式，如有未滿足訂單，則將其未滿足量設定大於等於 LB ，如式 3-44、式 3-45 所示。

新增變數

$N_{o,p}$ ：訂單編號 o 產品 p 是否未滿足，如果是為 1；否為 0

新增限制式

$$US_{o,p} \leq N_{o,p} * H \quad \forall o, p \quad \text{式 3-44}$$

$$US_{o,p} \geq LB * N_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-45}$$

◆ Step_2: 將上述新增之限制式帶入瓶頸工作站排程和配貨機制之數學模式求解。

◆ Step_3:

在此步驟，需檢查瓶頸工作站排程和配貨機制之數學模式所規劃之結果中，是否所有訂單之未滿足量，皆大於預設之下限。如果是，則進入到下一個步驟；否則重複上述動作。

執行完瓶頸工作站規劃結果調整後，在進入瓶頸工作站規劃結果評估，並看是否尚有剩餘預定面板來料，如果有則將此剩餘量回饋給運籌中心參考，即可進入 3.4 節物料規劃模組。



3.4 物料規劃模組

TFT-LCD 模組廠除了瓶頸工作站(印刷電路板壓合作業)排程和配貨外，另一值得探討之議題為執行組裝作業所需要之物料配置問題。組裝作業主要之重點為在即時地時間點備妥生產面板所需要之物料，讓 LCD 半成品面板得以準時加工為成品。吾人針對 TFT-LCD 模組廠構建『物料規劃模組』，此模組之主要輸入參數為『瓶頸工作站排程和訂單配貨模組』所求出之生產規劃結果，參照此規劃結果中每期生產面板數量，求解出各種物料之到料時間，並發放模組廠內物料不足之採購令，此模組之研究流程圖如圖 3-11 所示。



圖 3-11 物料規劃模組流程圖

本研究之『物料規劃模組』包含「關鍵物料規劃機制」和「開立物料不足之採購令」。一開始，吾人假設上一階段『瓶頸工作站排程和訂單配貨模組』所排定之生產計劃，皆可如期進行生產作業，再利用「關鍵物料規劃機制」構建之線性規劃模式，求解所需購買之物料。由於模組廠之物料來源皆是由供應商所提供，故得知物料需求後，必須發放物料採購令，以購入所需之物料。

模組廠最特殊之一點為物料之替代料選擇。在模組廠面板之每個產品別皆有特定物料群組，此物料群組包含一 LCD 面板和三個關鍵物料類型 (IC、PWB、BL)，面板即由這四種物料組裝成成品；而物料群組之每種物料類型都會有其特定之主料，某一物料會被當成主料有兩個因素：成本和品質考量；在本文中，主要考量成本因素。在生產過程中，主料並非唯一選擇，亦可拿相似特性之物料來做為替代料，亦稱為副料，但是在物料群

組中之替代料，其物料成本通常比該群組之主料高，其詳細介紹如下頁圖 3-12 所示。

既然替代料之物料成本較高，為何選擇成本較高之替代料投入生產，乃因面板業採購物料時，有一定的訂購批量限制，這樣的限制往往造成在採購該規劃幅度所需產品之主料時，往往大於滿足生產所需之實際使用量，進而使得物料庫存剩餘，甚至此物料剩餘量推延到下一規劃幅度，成為下個規劃幅度之期初庫存，又稱呆滯料(Slow moving)。

這些上個規劃幅度所留下之呆滯料不一定是下一個規劃幅度所需之主料，但是可成為其他產品別之替代料或副料。亦即不同產品別間之同種物料類型可以共用物料；由於物料之庫存成本高，故在現場之規劃人員通常會盡量把這些呆滯料使用完，以降低備料成本，進而產生主料或替代料選擇之問題；另外，物料之採購需要前置時間，故在下一個規劃幅度之物料前置時間前，亦會有上個規劃幅度訂購之物料來到。

➤ 基本假設

1. 假設發放採購令後，供應商所需之前置時間為十天，且都能準時送達。
2. 已知瓶頸工作站各期排定生產之產品等級數量、物料結構表、物料期初庫存和物料訂購前置時間前之物料來到量。
3. 不考量物料群組中使用主料與替代料所產生之品質差異，只考慮物料庫存成本和購買成本。
4. 同一產品別可採不同等級之面板，但物料群組皆相同。

3.4.1 關鍵物料規劃機制

本研究之「關鍵物料規劃機制」主要目的為，從已排定之瓶頸工作站生產規劃中，求解出各種物料之需求量，藉以得知採購令之發放時間和數量，以彌補物料庫存之不足。

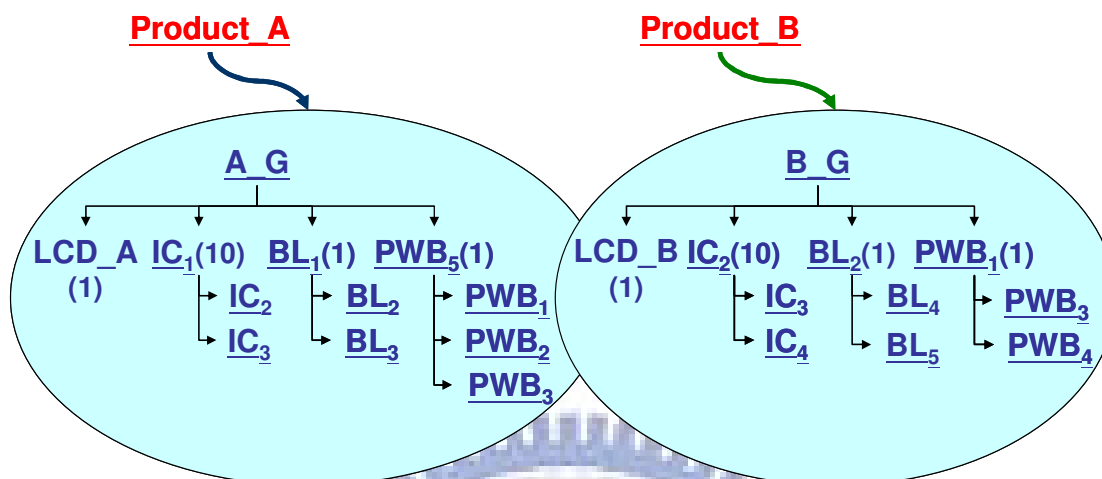


圖 3-12 物料結構示意圖

上圖 3-12 為物料結構示意圖。以圖中產品別 A (Product_A)和 B (Product_B)為例，產品別 A 和 B 各有其物料群組 A_G 和 B_G。每個群組裡包含 LCD 半成品、IC、背光模組(Back Light, BL)、印刷電路板(Printed Wiring Board, PWB)四種物料，每個產品所需之關鍵物料類型(IC、PWB、BL)數量分別為 10 個、1 個、1 個，再加上一 LCD 面板。產品 A 之 A_G1 群組中之 LCD_A 即為產品 A 之 LCD 半成品面板，其主料為 IC₁、BL₁、PWB₅；而產品 B 之 B_G 群組中之 LCD_B 即為產品 B 之 LCD 半成品面板，其主料為 IC₂、BL₂、PWB₁，在主料下面所列示之物料，即為該物料群組中，可供選擇之替代料。

以模組廠必須生產 15 吋面板為例，規劃人員會視生產所需 15 吋面板之物料量和替代料、主料之庫存水準，選擇購入主料，或是以替代料投入生產，作為生產 15 吋面板所需之關鍵物料。15 吋面板替代料庫存之存在，可能係因其他產品別(ex: 17 吋面板)之主料沒使用完，這些沒用完之主料，可以拿來當其他產品別之替代料。以 15 吋和 17 吋之面板為例，15 吋面板和 17 吋面板之 IC 係共用物料，當 17 吋面板之 IC 主料未用完時，即可能可以拿來當成生產 15 吋面板 IC 所需之替代料，故購買主料或使用替代料，皆取決於其主料購買成本和替代料之庫存成本。

故當主料和替代料之庫存低於所需之物料時，由於主料和替代料相較

之下，主料購買成本較低，故會選擇購入主料；當主料和替代料之庫存量大於生產所需之物料時，則可能不需購入主料，把替代料用完即可。

模式設計理念

在此模組之線性規劃模式中，吾人將各個產品別之物料類型歸為同一下標 d (ex: $d=1$ 即代表物料類型 IC)，而 e 即代表物料類型之編號 (ex: $d=1$ 且 $e=1$ 即代表 IC_1)，這樣設計的優點為，不管其為某一產品別某一物料類型之主料或替代料，都可輕易的求算出每個物料類型之物料編號剩餘量。其示意圖如圖 3-13 所示。

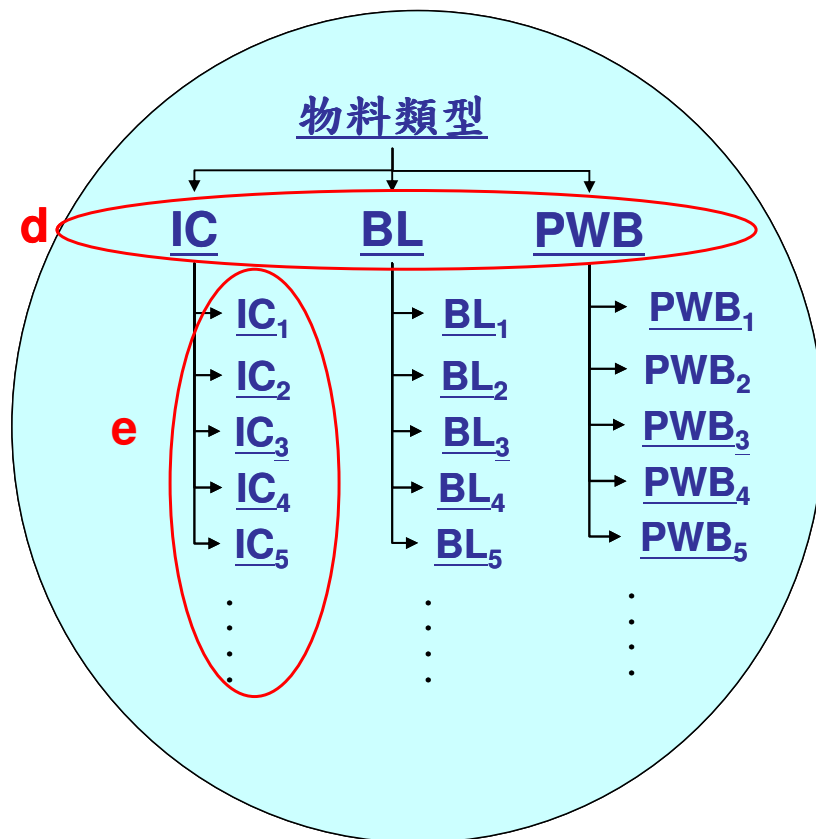


圖 3-13 物料類型和物料編號示意圖

另外，本模組在設計物料替代和物料需求限制時，先求出各產品各期之需求量，再依此需求量，求算出各物料類型物料編號之需求量。其示意圖如下圖 3-14 所示。

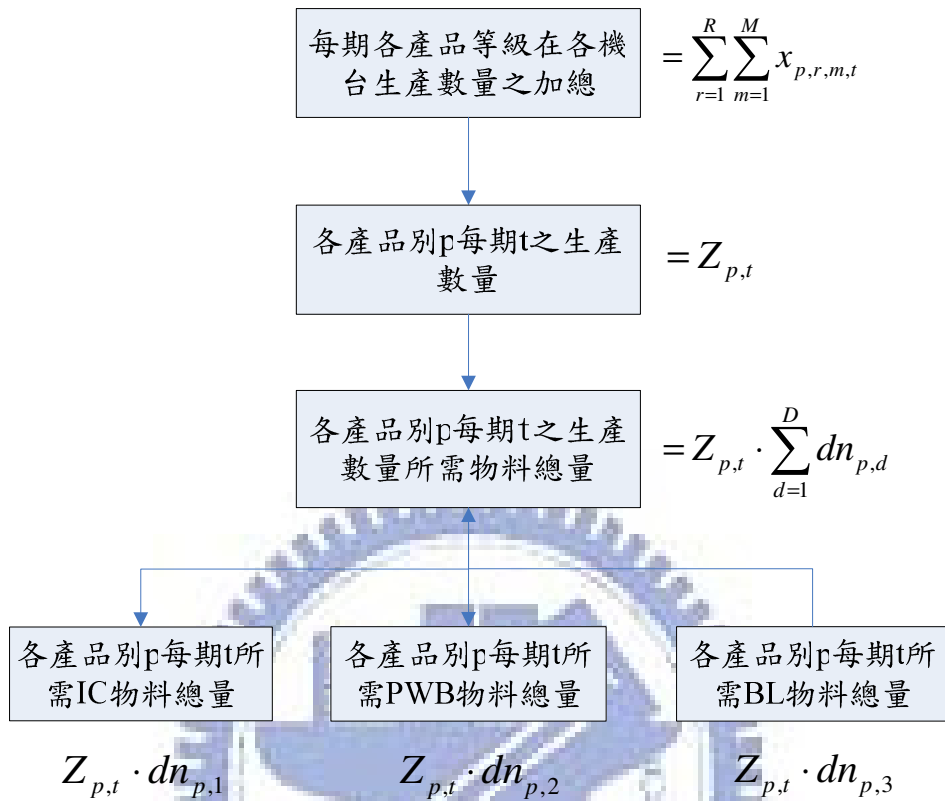


圖 3-14 產品之各物料類型需求量示意圖

模式符號定義

1. 常數 (Constant)

beg : 期初時間

H : 極大數

ol : 物料訂購前置時間

2. 下標 (Indices)

p : 產品別 ($p = 1, 2, 3 \dots P$)

r : LCD 半成品面板等級 ($r = 1, 2, 3 \dots R$)

t : 時間週期 ($t = 1, 2, 3 \dots T$)

m : 瓶頸工作站 BN 機台編號 ($m = 1, 2, 3 \dots M$)

d : 產品組成之物料類型 ($d = 1, 2, 3$)

e : 物料類型之物料編號 ($e = 1, 2, 3 \dots E_d$)

3. 參數 (Parameter)

$x_{p,r,m,t}$: 在第 t 期指派給瓶頸機台 m 生產產品 p 等級 r 之 LCD 半成品投入生產之數量

$z_{p,t}$: 在第 t 期投入產品 p 之生產量

$mst_{d,e,BEG}$: 物料類型 d 編號 e 之期初庫存量

$hc_{d,e}$: 物料類型 d 物料編號 e 之單位庫存成本

$bm_{d,e}$: 物料類型 d 物料編號 e 之購買成本

$mg_{p,d,e}$: 0-1 變數。產品 p 物料群組中之物料類型 d 物料編號 e 是否存在，存在為 1，不存在為 0

$eq_{d,e}$: 物料類型 d 物料編號 e 每一訂購批內含數量

$dn_{p,d}$: 生產每一產品 p 所需物料類型 d 之物料數量

$mr_{d,e,t}$: 在第 t 期物料類型 d 物料編號 e 之來到量

4. 決策變數 (Decision Variables)

$ML_{d,e,t}$: 物料類型 d 物料編號 e 在第 t 期的剩餘量，屬大於等於 0 之整數

$PM_{d,e,t}$ ：在第 t 期訂購物料類型 d 物料編號 e 的訂購批量，屬大於等於 0 之整數

$MD_{p,d,e,t}$ ：在第 t 期指派產品 p 之面板，以物料類型 d 物料編號 e 之產品投入量，屬大於等於 0 之整數

線性規劃模式說明

依據上述之符號定義說明，以下將針對瓶頸工作站排程和訂單配貨模組所求出之生產規劃結果 $x_{p,r,m,t}$ ，整理得各期產品生產量 $z_{p,t}$ 後，考量替代料特性構建一線性規劃模式來求解最佳物料配置：

1. 目標式(Objective)

本研究考量工廠之期初物料庫存、物料之購買成本、主料與替代料選擇和物料庫存成本，求出成本最小化之物料配置，故目標式如下所示：

最小化(物料庫存成本+購買成本)，如式 3-46 所示：

Minimize

$$\sum_{d=1}^D \sum_{e=1}^{E_d} \sum_{t=1}^T hc_{d,e} \cdot ML_{d,e,t} + \sum_{d=1}^D \sum_{e=1}^{E_d} \sum_{t=1}^T bm_{d,e} \cdot PM_{d,e,t} \cdot eq_{d,e} \quad \text{式 3-46}$$

2. 物料庫存限制式(Constraint)

$$\blacksquare MD_{p,d,e,t} \leq H \cdot mg_{p,d,e} \quad \forall p,d,e,t \quad \text{式 3-47}$$

$mg_{p,d,e}$ 為產品 p 物料群組中之物料類型 d 物料編號 e 是否存在，若是則為 1；否為 0。而 H 為一極大值。當 $mg_{p,d,e} = 1$ ，方能在第 t 期，以物料類型 d 物料編號 e 之物料投入產品 p 之 LCD 半成品生產；若為 0，則不得指派(即 $MD_{p,d,e,t} = 0$)。

● 物料平衡方程式

1. 在物料訂購前置時間前

$$\blacksquare ML_{d,e,t} = mst_{d,e,beg} \quad \forall d,e,t=0 \quad \text{式 3-48}$$

$$\blacksquare ML_{d,e,t-1} + mr_{d,e,t} - \sum_{p=1}^P dn_{p,d} \cdot MD_{p,d,e,t} = ML_{d,e,t} \quad \text{式 3-49}$$

$$\forall d,e,t \geq 1 \& t \leq ol$$

前期剩餘物料量+本期到貨量-本期投入生產量=本期剩餘物料量
 在物料訂購前置時間前，會有已知之物料來料量 $mr_{d,e,t}$ 加上上期物料剩餘量，再減掉本期之使用量，即為本期各物料類型物料編號之物料剩餘量。

2. 在物料訂購前置時間後

$$\blacksquare ML_{d,e,t-1} + PM_{d,e,t} \cdot eq_{d,e} - \sum_{p=1}^P dn_{p,d} \cdot MD_{p,d,e,t} = ML_{d,e,t} \quad \forall d,e,t > 0 \quad \text{式 3-50}$$

前期剩餘物料量+物料訂購量-本期投入生產量=本期剩餘物料量
 在物料訂購前置時間後，會有物料訂購量 $PM_{d,e,t} \cdot eq_{d,e}$ 加上上期物料剩餘量，再減掉本期之使用量，即為本期各物料類型物料編號之物料剩餘量。

$$\blacksquare \sum_{e=1}^{E_d} MD_{p,d,e,t} = z_{p,t} \quad \forall p,d,t \quad \text{式 3-51}$$

式 3-51 為各期各產品別每個物料類型生產之物料總需求量運算式。 $z_{p,t}$ 為產品 p 在第 t 期投入之生產量，依圖 3-13 可得知， $z_{p,t}$ 之值即代表在第 t 期生產產品 p 之每種物料類型之物料需求量。此值將等於，在第 t 期指派產品 p 之 LCD 半成品，以物料類型 d 物料編號 e 投入生產之加總(即 $\sum_{e=1}^{E_d} MD_{p,d,e,t} = z_{p,t}$)，若 $z_{p,t}$ 為 0，則不得生產

$$\left(\text{即 } \sum_{e=1}^{E_d} MD_{p,d,e,t} = 0 \right)。$$

第四章 實例驗證

為驗證本文在第三章所發展模組廠之生產規劃系統之可行性，在本章中，吾人將針對 TFT-LCD 模組廠生產環境下之實例問題，依據本文之研究架構與流程進行實例驗證。

在本章的模擬驗證可以分為下列三個部份：

1. 系統環境說明：描述生產環境系統之基本資料與相關假設。
2. 規劃執行階段：輸入相關參數資料，依序說明本文第三章所提出之瓶頸工作站排程和訂單配貨模組與物料規劃模組之執行過程。
3. 成果分析比較：將上述兩模組之執行結果，進行分析與比較。

4.1 系統環境說明

本文實例驗證所採用的生產環境、產品製程、機台等相關資料，係來自學術文獻及廠商訪談中獲得，並根據本文之環境假設作適當修正。

4.1.1 生產環境資料

生產環境資料主要分為產品物料資訊、顧客需求資訊、製程資訊，如下所示：

1. 產品基本資料

本生產系統中，有產品 A~F 共六種產品別，且分為三大產品族，分別為 TV 類面板、Notebook 類面板和 Monitor 類面板，其中產品 A、B 屬 TV 類面板，產品 C、D 屬 Notebook 類面板，產品 E、F 則屬 Monitor 類面板。各產品之成品、收益和零輝點率、LCD 半成品來到量皆為已知。

表 4-1 列示各產品之單位收入與成本。符合貨預期收入為在規劃幅度內，如期達交顧客所下訂單之單位收入；而符合貨另售收入為出售剩餘符合貨可獲得之單位收入，由於未能在規劃幅度內售出，故設定其售價較低；而次級成品因為不能滿足主要大客戶之要求，只能售予大賣場或品牌較小之客戶，故售價又較符合貨預期收入低，最後為無法滿足顧客需求之懲罰成本。

表 4-1 各產品之成本和收益資料

產品族	產品別	符合貨預期收入 (單位：元/個)	符合貨另售收入 (單位：元/個)	次級成品收入 (單位：元/個)	生產成本 (單位：元/個)	懲罰成本 (單位：元/個)
TV	A	20000	18000	16000	12000	8000
	B	18000	16000	14400	10000	8000
Notebook	C	10000	9000	8000	5500	5000
	D	9000	8000	7200	5000	5000
Monitor	E	8000	7500	6400	4400	3600
	F	7500	7000	6000	4000	3600

由於不同產品別加工時，機台需設定參數不同，進而影響面板產出之零輝點率，故不同產品等級之 LCD 半成品其零輝點率有所差異，其詳細資料如表 4-2 所示。

表 4-2 各產品等級之零輝點率

產品別	LCD 半成品等級	該等級產品之零輝點率	產品別	LCD 半成品等級	該等級產品之零輝點率
A	A_R1	*	D	D_R1	*
	A_R2	80%		D_R2	80%
	A_R3	*		D_R3	*
	A_R4	50%		D_R4	60%
B	B_R1	*	E	E_R1	*
	B_R2	80%		E_R2	80%
	B_R3	*		E_R3	*
	B_R4	50%		E_R4	50%
C	C_R1	*	F	F_R1	*
	C_R2	85%		F_R2	80%
	C_R3	*		F_R3	*
	C_R4	70%		F_R4	60%

*該製程資料不公開

表 4-3 為規劃幅度內，各期各產品等級 LCD 半成品之來到量。該 LCD 半成品來到量為參考實際工廠 LCD 半成品來到資料而得，其半成品來到產品之時點和數量主要為參考各顧客訂單需求量及交期而得。

表 4-3 各產品等級 LCD 半成品各期來到量(t=1~10)

產品別	等級	期初庫存(片)	LCD 半成品來到量(單位：片)									
			t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10
A	A_R1	2000			800		800					
	A_R2	4000						500			1000	
	A_R3	2000				600	700					
	A_R4	1000							1100			
B	B_R1	1500	800		1000						800	
	B_R2	3000		700	800			600				
	B_R3	2000		1000	1100							
	B_R4	3000		950					800			
C	C_R1	2200	1000		1200	2000		1000				
	C_R2	3000		1000	1800				1500			
	C_R3	2000		1600	1500	700					500	
	C_R4	1500		2000		1500						
D	D_R1	1300		2000	2000	800						
	D_R2	3400		1300	1200		500				1000	
	D_R3	1900			1500		1500		500			
	D_R4	1700		1200		1000	1000					
E	E_R1	1600	2000	1500				700				
	E_R2	2800		1500	2000							
	E_R3	3200		3000					500			
	E_R4	2500		2000					800			
F	F_R1	2600		2100	2300			800				
	F_R2	2600				1100	800			1000	1400	
	F_R3	1800			1200			1000		2200		
	F_R4	2600		1800		1600						

表 4-3 各產品等級 LCD 半成品各期來到量(t=11~20)(續)

產品別	等級	期初庫存(片)	LCD 半成品來到量(單位：片)									
			t=11	t=12	t=13	t=14	t=15	t=16	t=17	t=18	t=19	t=20
A	A_R1	-	4000	1000		1100		600		500		
	A_R2	-	4900	1300	2000							
	A_R3	-	2000		1000		1200		1100			
	A_R4	-	1000	1000		1600					800	
B	B_R1	-	4500	1000			1500		1500			
	B_R2	-	5000		1000		1500			500		
	B_R3	-	3000	500		1000			2500			
	B_R4	-	4500		1000			1500				
C	C_R1	-	5700		1000	3000		500				
	C_R2	-	4500	1000		2000	1500		700			
	C_R3	-	4000		3000		1600					
	C_R4	-	4000		1000		1800					
D	D_R1	-	2800	500		1000						
	D_R2	-	5400	1000		1000						
	D_R3	-	3900	1000			3000					
	D_R4	-	3100	1400					2000			
E	E_R1	-	1600	2200	1000	2000	1200					
	E_R2	-	4600	1500		2000						
	E_R3	-	5700	1500	1300							
	E_R4	-	3600	1000		2200						
F	F_R1	-	8600	3000					3500			
	F_R2	-	7100			3000				2600		
	F_R3	-	6300		2000		1500		2100			
	F_R4	-	5600	2000						3000		

表 4-3 各產品等級 LCD 半成品各期來到量(t=21~28)(續)

產品別	等級	期初庫存(片)	LCD 半成品來到量(單位：片)							
			t=21	t=22	t=23	t=24	t=25	t=26	t=27	t=28
A	A_R1	-	2000		1500	1000				
	A_R2	-	2500	1000	1400					
	A_R3	-	1500	1500		2000				
	A_R4	-		2000		2000				
B	B_R1	-			1500				900	
	B_R2	-		1500		1300				
	B_R3	-	1400		1400					
	B_R4	-		1300				900		
C	C_R1	-	1700		1500					
	C_R2	-		1400		1300				
	C_R3	-	1800	900						
	C_R4	-	1000		1200					
D	D_R1	-	1000	2200			1000			
	D_R2	-	800	1500		1200				
	D_R3	-	900	1000			1600			
	D_R4	-	1300		1500					
E	E_R1	-	5500	1000	2500		1600	1000	2000	
	E_R2	-	4500	2500	1000		2000	1200		
	E_R3	-	4000	2000	1500	200	700			
	E_R4	-	2400	2000	1500		2000	2000		
F	F_R1	-	3100	1200		2000	1200			
	F_R2	-	2500		1500	1100	1200			
	F_R3	-	1000	1300	1500	1400		1000		
	F_R4	-	1000	1500		1100		1500		

2. 物料基本資料

在本案例中，每個產品皆由 LCD 半成品、IC、印刷電路板、背光模組四大類型之物料組合而成，在訂購前置時間前，各物料類型之在途量，即已訂未到之物料量皆為已知，其詳細資料如下所示。

表 4-4 產品原物料需求量

物料	產品						批量 訂購量	前置時間 (週期)
	A	B	C	D	E	F		
LCD 半成品	1	1	1	1	1	1	-	-
IC	10	10	10	10	10	10	100000	10
印刷電路板(PWB)	1	1	1	1	1	1	10000	10
背光模組(BL)	1	1	1	1	1	1	10000	10

表 4-5 各物料類型編號之來到量

物料 類型	物料 編號	期初 庫存	物料來到量(單位：個)									
			t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	
IC	IC ₁	6000		200000								
	IC ₂	5000	100000		100000							
	IC ₃	5500		100000								
	IC ₄	4000				100000						
	IC ₅	5500		100000								
	IC ₆	5500			100000							
	IC ₇	7000		100000	100000							
	IC ₈	4000										
	IC ₉	5500		100000								
	IC ₁₀	5000		100000								
	IC ₁₁	5000	100000									
	IC ₁₂	4000			100000							
PWB	PWB ₁	7000			10000							
	PWB ₂	5000	10000									
	PWB ₃	6000		10000								
	PWB ₄	7000										
	PWB ₅	4500										
	PWB ₆	5500		20000								
	PWB ₇	5300	20000									
	PWB ₈	7000										
	PWB ₉	6000			20000							

表 4-5 各物料類型編號之來到量(續)

	PWB ₁₀	5500		20000							
	PWB ₁₁	7000	10000								
	PWB ₁₂	6500			10000						
BL	BL ₁	7500									
	BL ₂	5500		10000							
	BL ₃	5500			10000						
	BL ₄	7500									
	BL ₅	6000				20000					
	BL ₆	7500		20000							
	BL ₇	7500									
	BL ₈	4500									
	BL ₉	4500		10000							
	BL ₁₀	5500			20000						
	BL ₁₁	5000		20000							
	BL ₁₂	4500				10000					

表 4-6 為每一產別品之物料類型資料。由下表可知每個產品別的每一物料類型皆有一主料，且各有不同物料編號之替代料。由於物料規格大小及電性之限制，只有 IC 類型之物料可為所有產品族之通用物料，而 PWB、BL 該兩類物料，只能作為相同產品族內之共用物料，如下頁所示。

表 4-6 物料群組資料表

物料類型(d)																												
IC									PWB									BL										
物料 編號 (e)	庫 存 成 本	購 買 成 本	產 品 別						物 料 編 號	庫 存 成 本	購 買 成 本	產 品 別						物 料 編 號	庫 存 成 本	購 買 成 本	產 品 別							
			A	B	C	D	E	F				A	B	C	D	E	F				A	B	C	D	E	F		
IC ₁	5	150	★		☆				PWB ₁	10	650	☆						BL ₁	10	1200	☆	☆						
IC ₂	5	100		★					PWB ₂	10	550		★					BL ₂	10	1000		★						
IC ₃	5	160	☆					★	PWB ₃	10	600	★	☆					BL ₃	10	1100	★							
IC ₄	5	120		☆					PWB ₄	10	700	☆	☆					BL ₄	10	1250	☆	☆						
IC ₅	5	140			★				PWB ₅	10	550			☆	☆			BL ₅	10	950			★	☆				
IC ₆	5	170	☆			☆		☆	PWB ₆	10	500			★				BL ₆	10	950				★				
IC ₇	5	160		☆	☆	☆	★		PWB ₇	10	550				★			BL ₇	10	1000				☆				
IC ₈	5	170						☆	PWB ₈	10	600			☆	☆			BL ₈	10	950			☆					
IC ₉	5	150	☆			★			PWB ₉	10	500					☆	★	BL ₉	10	900								☆
IC ₁₀	5	180			☆			☆	PWB ₁₀	10	450					★		BL ₁₀	10	850						☆	★	
IC ₁₁	5	160				☆	☆	☆	PWB ₁₁	10	550					☆		BL ₁₁	10	800					★			
IC ₁₂	5	170		☆			☆	☆	PWB ₁₂	10	550						☆	BL ₁₂	10	900								☆

★為主料 ☆為替代料 庫存成本(單位：元/個*天) 購買成本(單位：元/個)

3. 顧客基本資料

在本案例中，顧客之需求量、顧客訂單交期和各產品等級對應到各顧客之符合率皆為已知。表 4-7 列示各產品等級對應各顧客之符合率，而表 4-8 為顧客訂單需求資料表。

表 4-7 各產品等級對應各顧客之符合率

產品別	LCD 半成品等級	該等級產品符合顧客需求之比率 ($ug_{p,r}$)			
		Cus_1	Cus_2	Cus_3	Cus_4
A	A_R1	*	*	*	*
	A_R2	50%	60%	95%	95%
	A_R3	*	*	*	*
	A_R4	0%	20%	30%	90%
B	B_R1	*	*	*	*
	B_R2	60%	70%	80%	100%
	B_R3	*	*	*	*
	B_R4	20%	30%	40%	50%
C	C_R1	*	*	*	*
	C_R2	85%	85%	90%	100%
	C_R3	*	*	*	*
	C_R4	50%	60%	65%	60%
D	D_R1	*	*	*	*
	D_R2	85%	90%	95%	100%
	D_R3	*	*	*	*
	D_R4	60%	65%	80%	80%
E	E_R1	*	*	*	*
	E_R2	85%	90%	95%	100%
	E_R3	*	*	*	*
	E_R4	60%	70%	70%	75%
F	F_R1	*	*	*	*
	F_R2	85%	85%	90%	100%
	F_R3	*	*	*	*
	F_R4	70%	70%	75%	80%

*該製程資料不公開

表 4-8 顧客訂單需求資料表

顧客別	產品別(P)								
	A			B			C		
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$
Cus_1	8200	10	90%	4500	5	90%	2900	9	90%
	4000	20		6600	12		5000	20	
Cus_2	8000	17	85%	7000	20	85%	9000	15	85%
							5500	10	
Cus_3	7300	22	85%	3500	4	85%	6300	24	85%
							4500	13	
Cus_4	10000	25	87%	7400	28	87%	5500	8	87%
顧客別	產品別(P)								
	D			E			F		
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$
Cus_1	-	-	-	10200	3	90%	9400	9	90%
							8200	28	
Cus_2	6000	5	85%	8900	13	85%	10900	14	85%
	4900	10		4000	28		7000	22	
Cus_3	6800	18	85%	6900	15	85%	12000	19	85%
	4800	22		7000	27		3000	28	
Cus_4	5800	28	87%	14000	27	87%	11600	5	87%
	8000	9		6500	10		4200	14	

由於本文之瓶頸站排程和配貨機制假設一張訂單對應及一交期，故當顧客對於同一產品有不同交期時，必須分別各以一張訂單來表示。依此準則，將顧客訂單重新編號如表 4-9 所示。

表 4-9 顧客訂單編號資料

訂單編號 (o)	產品別(P)								
	A			B			C		
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$
1_Cus_1	8200	10	90%	4500	5	90%	2900	9	90%
2_Cus_1	4000	20	90%	6600	12	90%	5000	20	90%
3_Cus_2	8000	17	85%	7000	20	85%	9000	15	85%
4_Cus_2	-	-	-	-	-	-	5500	10	85%
5_Cus_3	7300	22	85%	3500	4	85%	6300	24	85%
6_Cus_3	-	-	-	-	-	-	4500	13	85%
7_Cus_4	10000	25	87%	7400	28	87%	-	-	-
8_Cus_4	-	-	-	-	-	-	5500	8	87%
訂單編號 (o)	產品別(P)								
	D			E			F		
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$
1_Cus_1	-	-	-	10200	3	90%	9400	9	90%
2_Cus_1	-	-	-	-	-	-	6200	28	90%
3_Cus_2	6000	5	85%	8900	13	85%	10900	14	85%
4_Cus_2	4900	10	85%	4000	28	85%	7000	22	85%
5_Cus_3	6800	18	85%	6900	15	85%	12000	19	85%
6_Cus_3	4800	22	85%	7000	27	85%	3000	28	85%
7_Cus_4	5800	28	87%	14000	27	87%	11600	5	87%
8_Cus_4	8000	9	87%	6500	10	87%	4200	14	87%

4. 製程基本資料

本文主要針對模組廠組立段進行規劃，且以 PWB 壓合作業為主要瓶頸工作站，故只考慮該工作站之主生產排程。各產品在瓶頸工作站之加工時間和工作站之平均當機時間(MTBF)、平均當機修復時間(MTTR)為已知且服從指數分配；而平均預防保養間隔時間(MTBPM)和平均預防保養時間(MTTPM)為常數，如下所示。

表 4-10 產品加工時間和設置時間相關資料

產品族	產品別	瓶頸站加工時間 (單位：秒)	瓶頸站設置時間 (單位：分鐘)
TV	A	33	40
	B		
Notebook	C	26	40
	D		
Monitor	E	17	40
	F		

表 4-11 模組廠瓶頸工作站相關資料

工作站	加工批量	機台數	平均失效 間隔時間 MTBF(hr)	平均修復 時間 MTTR(hr)	平均保養間 隔時間 MTBPM(hr)	平均保養 時間 MTTPM(hr)
PWB 壓合	1	4	180	8.5	200	5

則各期各機台之可用產能運算如下所示：

$$cap_{m,t} = 24 \times 60 \times 60 \times \left(1 - \frac{MTTPM_m}{MTBPM_m + MTTPM_m} - \frac{MTTR_m}{MTBF_m + MTTR_m} \right)$$

$$= 86400 \times \left(1 - \frac{8.5}{180 + 8.5} + \frac{5}{200 + 5} \right) = 80403 \text{ (秒/期*機台)}$$

4.1.2 生產規劃假設

1. 規劃幅度與規劃週期

本文設定規劃幅度為 28 天，規劃週期為 1 天。

2. 產品良率：

對於液晶面板因製程或生產過程所造成的產品不良狀況，本文不加以考慮，亦即假設各加工步驟良率均為 1。

3. 符合率和零輝點率

本範例所設定之顧客符合率和面板之零輝點率參數，係由模組廠之歷史數據整理而得，在規劃幅度內，假設此參數值為固定，不因製程變異而有所影響。

4. 製程考量

模組廠最大之瓶頸乃組立段之印刷電路板壓合作業，而造成瓶頸之原因為印刷電路板壓合作業設置時間較長。故本文之規劃對象為該瓶頸工作站之主生產排程，不考量組立段其他工作站之生產排程。



4.2 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組執行過程與規劃結果

此模組之工作包含瓶頸工作站排程和配貨機制、瓶頸工作站規劃結果評估和瓶頸工作站規劃結果調整二機制(見圖 3-4)。首先運用瓶頸工作站排程和配貨機制，依訂單需求和 LCD 半成品來料等資訊，求解出各期生產之產品別、數量及訂單達成交量，再運用瓶頸工作站規劃結果評估、瓶頸工作站規劃結果調整二機制，針對規劃結果視情況做評估和調整，以更符合實務需求。吾人將在 4.2.1 節求解 4.1 節所設計之案例，然因 4.1 節所設計之主要案例僅能進入瓶頸工作站排程和配貨機制和瓶頸工作站規劃結果評估兩階段，並未能運用到瓶頸工作站規劃結果調整機制。為求本模組流程驗證之完整性，將在 4.2.2 節另設計一例，以方便本模組進入規劃結果調整階段進行驗證。最後，為驗證本模式配貨效率，4.2.3 節將再設計一例，來與案例一、二比較，故此三案例之情境介紹如下所示：

案例一. 產能和 LCD 半成品來料充足之情況

案例二. 產能和 LCD 半成品來料皆不充足之情況

案例三. LCD 半成品來料以新增來料模式求得之情況

4.2.1 案例一. 產能和 LCD 半成品來料充足情況下

4.2.1.1 瓶頸工作站排程和配貨機制

完成 4.1 節之各項參數設定後，本機制依 3.3.1 節所述之數學規劃模式，以 iLog OPL Studio 3.5 為解題工具進行瓶頸工作站排程和配貨求解，可求出各顧客訂單之配貨結果、瓶頸機台各產品生產數量和機台設置時間等資訊[見附錄 A]。

表 4-12 為本機制數學模式，在處理器為 Intel Pentium D CPU3.0GHz 和 1GB 的 RAM5 之電腦，經由 iLog OPL 運算後之統計資訊。表 4-13 為規劃幅度內產能利用率和換線次數表。由附錄 A 有關產能換線之變數，可得知透過本數學模式規劃後，規劃幅度內 28 期各機台之細部排程結果；有鑒於各週期機台產能換線之規劃理念皆相同，故僅在表 4-14、表 4-15 依求解結果整理出有關週期 1~2 產能換線之排程結果，以供驗證。

表 4-12 iLOG 數學模式之統計資訊

最佳解 (Optimal solution) : 1,617,691,612 (元)		
限制式總數 (No.of constraints)	變數個數 (No.of variables)	求解時間 (Solving time)
5769	12168	1543.21 sec

表 4-13 產能利用率和換線次數表

規劃幅度(期)	機台數(台)	總換線次數(次)	可用產能(秒)	耗用產能(秒)	利用率(%)
28	4	90	9,005,136	9,004,131	99.98%

本模式利用變數 $X[p,r,m,t]$ 來決定第 t 期在機台 m 生產產品 p 等級 r 之數量，而變數 $c[p,m,t]$ 和 $d[p,m,t]$ 各為在第 t 期期初和期末是否在機台 m 生產產品 p 之變數，當期初和期末生產不同產品時即需要換線，藉此兩變數即可決定在該機台生產產品 p 時是否該換線。而換線變數由 $b[p,m,t]$ 來表示， $b[p,m,t]=1$ 時即代表該產品在第 t 期在機台 m 上生產需換線； $b[p,m,t]=0$ 則無需換線。由上述 $X[p,r,m,t]$ 和 $b[p,m,t]$ 之值，即可求得機台在該期所耗用之產能。

為更進一步說明上述內容，在下文將以表 4-14 第一期機台 1 為例，其總加工時間 75600(秒)乃由變數 $X[5,1,1,1] = 1605$ 、 $X[5,2,1,1] = 1953$ 、 $X[2,2,1,1] = 1$ 、 $X[2,4,1,1] = 457$ 之值乘上其所需加工時間之加總而得。而變數 $c[5,1,1] = 1$ 和 $d[2,1,1] = 1$ 即代表期初生產產品 E 且期末生產 B，故生產產品 B 需要換線($b[2,1,1] = 1$)；另外，由於為第一期，故必須期初換線(即 $b[5,1,1] = 1$)，故機台 1 在第一期生產產品 E 和 B 須換線兩次，即可求得換線所需時間 4800(秒)。再者，由表 4-14、表 4-15 中可發現有些產品等級其生產個數為 1，乃因該產品之其他等級亦在同期接續生產，故為合理狀況，並無多餘換線發生。

表 4-14 第 1 期排程結果

t=1	m=1		m=2		m=3		m=4	
期初加工 產品等級	X[5,1,1,1] = 1605 X[5,2,1,1] = 1953	a[5,1,1] = 1 b[5,1,1] = 1 c[5,1,1] = 1	X[5,1,2,1] = 1995 X[5,2,2,1] = 847 X[5,4,2,1] = 15	a[5,2,1] = 1 b[5,2,1] = 1 c[5,2,1] = 1	X[3,1,3,1] = 1574 X[3,2,3,1] = 1333 X[3,3,3,1] = 93	a[3,3,1] = 1 b[3,3,1] = 1 c[3,3,1] = 1	X[6,3,4,1] = 1767 X[6,4,4,1] = 903	a[6,4,1] = 1 b[6,4,1] = 1 c[6,4,1] = 1
期中加工產品等級								
期末加工 產品等級	X[2,2,1,1] = 1 X[2,4,1,1] = 457	a[2,1,1] = 1 b[2,1,1] = 1 d[2,1,1] = 1	X[4,3,2,1] = 1039	a[4,2,1] = 1 b[4,2,1] = 1 d[4,2,1] = 1		a[3,3,1] = 1 d[3,3,1] = 1	X[1,1,4,1] = 394 X[1,2,4,1] = 521	a[1,4,1] = 1 b[1,4,1] = 1 d[1,4,1] = 1
換線時間(秒)	4800		4800		2400		4800	
總加工時間(秒)	75600		75583		78000		75585	

表 4-15 第 2 期排程結果

t=2	m=1		m=2		m=3		m=4	
期初加工 產品等級	X[2,1,1,2] = 1 X[2,2,1,2] = 2136 X[2,3,1,2] = 299	a[2,1,2] = 1 b[2,1,2] = 0 c[2,1,2] = 1	X[4,1,2,2] = 192 X[4,2,2,2] = 1196 X[4,3,2,2] = 1704	a[4,2,2] = 1 b[4,2,2] = 0 c[4,2,2] = 1	X[3,1,3,2] = 1625 X[3,3,3,2] = 1466 X[3,4,3,2] = 1	a[3,3,2] = 1 b[3,3,2] = 0 c[3,3,2] = 1	X[1,1,4,2] = 73 X[1,2,4,2] = 999 X[1,3,4,2] = 1364	a[1,4,2] = 1 b[1,4,2] = 0 c[1,4,2] = 1
期中加工產品等級								
期末加工 產品等級		a[2,1,2] = 1 d[2,1,2] = 1		a[4,2,2] = 1 b[4,2,2] = 0 d[4,2,2] = 1		a[3,3,2] = 1 b[3,3,2] = 0 d[3,3,2] = 1		a[1,4,2] = 1 b[1,4,2] = 0 d[1,4,2] = 1
換線時間(秒)	0		0		0		0	
總加工時間(秒)	80388		80392		80392		80388	

註：X[p,r,m,t] = $X_{p,r,m,t}$ 、a[p,m,t] = $\delta_{p,m,t}$ 、b[p,m,t] = $\psi_{p,m,t}$ 、c[p,m,t] = $\gamma_{p,m,t}$ 、d[p,m,t] = $\phi_{p,m,t}$

圖 4-1、圖 4-2 分別為將表 4-14、表 4-15 週期一、二之排程結果所畫成之甘特圖，如下所示：

圖 4-1 週期 1 生產換線甘特圖

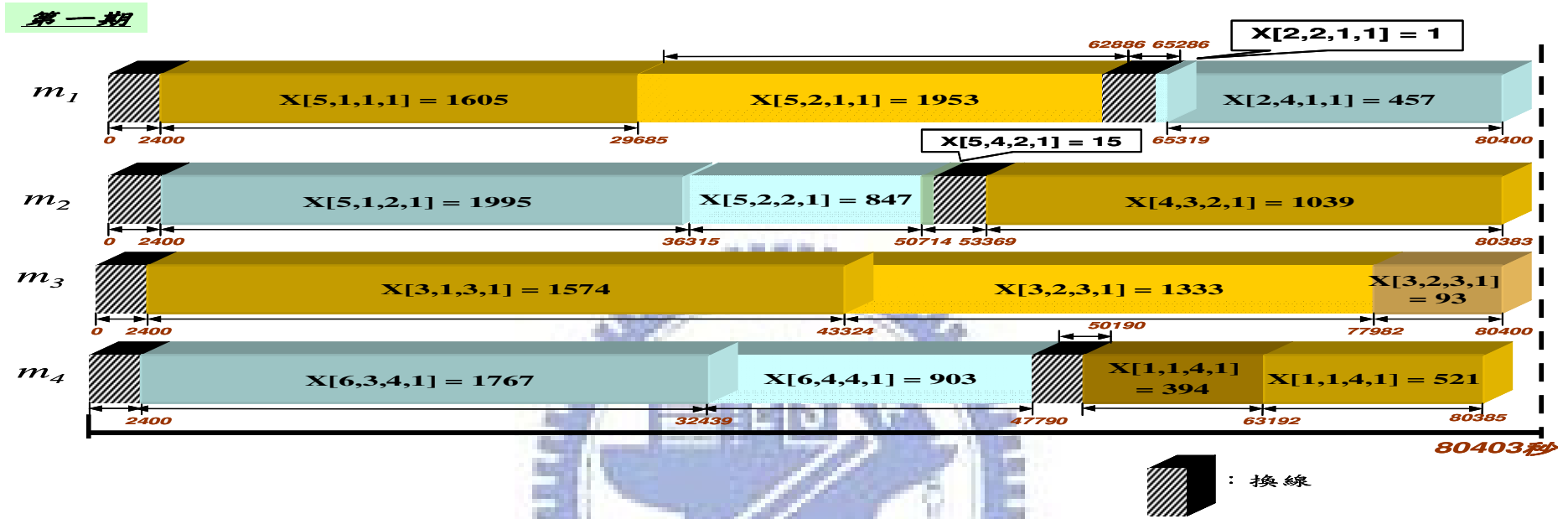
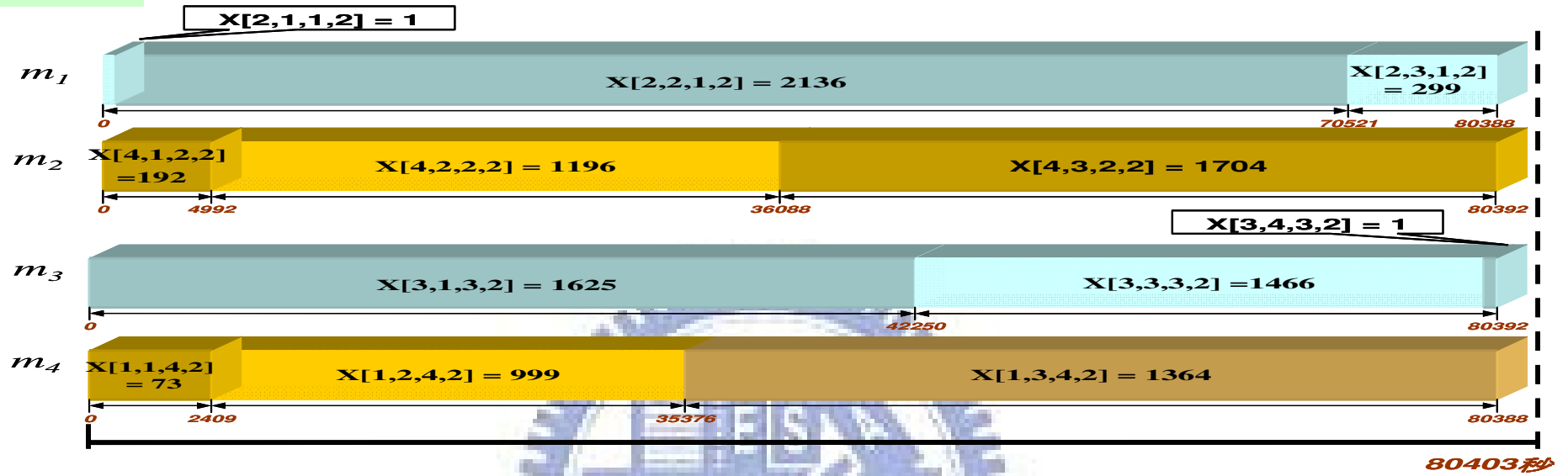


圖 4-2 週期 2 生產換線甘特圖

第二期



首先，在已知規劃幅度內各機台之細部排程同時，本機制之數學規劃模式會依各期機台上所生產之各產品等級數量，針對各顧客訂單進行配貨，其相關配貨之數據整理如附錄 A 所示。表 4-16 即為整個規劃幅度內配貨完成後，每一產品訂單其需求量和達交量之對照表，由此表即可看出顧客每張訂單需求之配貨結果。

再者，由 3.3.1 節之數學模式可知，顧客各訂單產品之達交量、剩餘符合貨和未滿足量乃由配貨變數 $AQ_{o,p,r,t}$ 運算而得，故在下文將列示各產品訂單之配貨數據表。然而，由於本案例訂單產品組合過於繁多(共 38 組)，為簡化說明篇幅，在表 4-17~表 4-22 僅針對各產品列示一產品訂單配貨之數據為例，以供佐證。

最後，為進一步說明訂單配貨之結果，在此將以表 4-18 產品別 B 為例，來詳細說明其配貨理念和運算過程，而其詳細配貨理念及運算式則參見 3.3.1 節訂單配貨限制式。

表 4-16 各產品訂單需求量和產出量

訂單編號 (o)	產品別(P)									
	A					B				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	8200	10	8200	0	0	4500	5	4500	0	0
2_Cus_1	4000	20	4000	0	0	6600	12	6600	0	0
3_Cus_2	8000	17	8000	0	0	7000	20	7000	529	0
4_Cus_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5_Cus_3	7300	22	7300	43	0	3500	4	3500	482	0
6_Cus_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7_Cus_4	10000	25	10000	0	0	7400	28	7400	4780	0
8_Cus_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 4-16 各產品訂單需求量和產出量(續)

訂單編號 (o)	產品別(P)									
	C					D				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	2900	9	2900	0	0	-	-	-	-	-
2_Cus_1	5000	20	5000	0	0	-	-	-	-	-
3_Cus_2	9000	15	9000	0	0	6000	5	6000	0	0
4_Cus_2	5500	10	5500	0	0	4900	10	4900	0	0
5_Cus_3	6300	24	6300	1	0	6800	18	6800	0	0
6_Cus_3	4500	13	4500	0	0	4800	22	4800	0	0
7_Cus_4	-	-	-	-	-	5800	28	5800	195	0
8_Cus_4	5500	8	5500	5338	0	8000	9	8000	0	0

訂單編號 (o)	產品別(P)									
	E					F				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	10200	3	10200	0	0	9400	9	9400	0	0
2_Cus_1	-	-	-	-	-	6200	28	6200	0	0
3_Cus_2	8900	13	8900	0	0	10900	14	10900	0	0
4_Cus_2	4000	28	4000	3261	0	7000	22	7000	0	0
5_Cus_3	6900	15	6900	3889	0	12000	19	12000	0	0
6_Cus_3	7000	27	7000	0	0	3000	28	3000	0	0
7_Cus_4	14000	27	14000	3469	0	11600	5	11600	0	0
8_Cus_4	6500	10	6500	1292	0	4200	14	4200	5604	0

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} - VHBD_{o,p} \geq RAQ_{o,p} \quad \forall o, p \quad \text{式 3-11}$$

$$\blacksquare \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} \cdot bd_{p,r} \geq zbd_{o,p} \cdot \left(\sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{o,p}} AQ_{o,p,r,t} \cdot ug_{o,p,r} - VHBD_{o,p} \right) \quad \forall o, p \quad \text{式 3-12}$$

由 3.1.2 節配貨理念可得知，本文針對配貨問題分成兩階段之模式，一開始先利用式 3-11 算出分配給顧客產品中之符合貨，產品 B 符合貨數量：

$$= \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{1,2}=5} AQ_{1,2,r,t} \cdot ug_{1,2,r} = [(1+1+3298) \times 90\% + (1+505+2363) \times 60\%] = 4691.25 \text{片}$$

算出產品 B 之符合貨後必須再進一步檢查，該批符合貨之零輝點產品數量是否大於顧客所要求的零輝點率下限值乘上該批符合貨之數量，及該批貨應該有之零輝點產品數量，其運算式如下

$$\text{該批產品 B 符合貨實際對應之零輝點產品數量} = \sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{1,2}=5} AQ_{1,2,r,t} \cdot ug_{1,2,r} \cdot bd_{2,r} =$$

$$[(1+1+3298) \times 90\% \times 90\% + (1+505+2363) \times 60\% \times 80\%] = 4050 \text{片}$$

顧客對該批產品 B 符合貨要求至少應有之零輝點產品數量

$$= zbd_{1,2} \cdot \left(\sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{1,2}=5} AQ_{1,2,r,t} \cdot ug_{1,2,r} \right) = 90\% \times 4691.25 = 4222.125 \text{片}$$

由上述兩運算結果得知，產品 B 符合貨實際之零輝點產品數量並未達到應有之數量，故我們可利用上述式 3-11、式 3-12 之 $VHBD_{1,2}$ 變數(參見附錄 A)來扣除符合貨但為輝點之數量，進而達到顧客要求之零輝點率下限，其運算式如下所示。

$$\sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{1,2}=5} AQ_{1,2,r,t} \cdot ug_{1,2,r} \cdot bd_{2,r} \geq zbd_{1,2} \cdot \left(\sum_{r=1}^R \sum_{t=1}^{dd_{1,2}=5} AQ_{1,2,r,t} \cdot ug_{1,2,r} - VHBD_{1,2} \right) \quad \text{式 3-12}$$

$$\rightarrow 4050 \text{片} \geq 90\%(4691.25 - 191.25) \text{片}$$

$$\rightarrow 4050 \text{片} \geq 4050 \text{片 成立}$$

故最後符合貨 Cus_1 產品 B 之產品之數量 $RAQ_{1,2}$ 參照式 3-11 之限制式可以得知其數量為 $RAQ_{1,2} = 4691.5 - 191.25 = 4500$ 片。在本例中，符合貨數量剛好等於需求量，因此剩餘符合貨數量為 0；當符合貨數量大於需求量時，則會有剩餘符合貨產生，故在表 4-21 最後可看到有一欄剩餘符合貨。此即為配給該顧客訂單產品中，可達交給顧客產品數量超出顧客規劃幅度內之需求。由於本研究規劃之目標為利潤最大化，在加上此類產品在本文假設將可在規劃幅度後售出，因此會有剩餘符合貨產生。

表 4-17 產品 A 訂單需求配貨表

訂單別 (o)	產品別 (p)	需求量 $dq_{o,p}$	等級別 (r)	配貨量 $AQ_{o,p,r,t}$	符合率 $ug_{o,p,r}$	符合貨	零輝點率 $bd_{p,r}$	零輝點率 要求下限 $zbd_{o,p}$	加權 零輝點率	符合貨但有輝點 之扣除額 $VHBD_{o,p}$	扣除後之加權 零輝點率	符合貨 數量 $RAQ_{o,p}$	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$
2_Cus1	A	4000	R1	380	85%	323.268	95%	90%	83.04%	404.4518	90.00%	4000	0
				1	85%	0.85	95%						
				499	85%	424.15	95%						
			R2	1518	50%	759	80%						
				1977	50%	988.5	80%						
				2386	50%	1193	80%						
			R3	1	30%	0.3	75%						
				21	30%	6.3	75%						
				2364	30%	709.2	75%						
			R4	1	0%	0	50%						
				117	0%	0	50%						
				49	0%	0	50%						

表 4-18 產品 B 訂單需求配貨表

訂單別 (o)	產品別 (p)	需求量 $dq_{o,p}$	等級別 (r)	配貨量 $AQ_{o,p,r,t}$	符合率 $ug_{o,p,r}$	符合貨	零輝點率 $bd_{p,r}$	零輝點率 要求下限 $zbd_{o,p}$	加權 零輝點率	符合貨但有輝點 之扣除額 $VHBD_{o,p}$	扣除後之加權 零輝點率	符合貨 數量 $RAQ_{o,p}$	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$
1_Cus1	B	4500	R1	1	90%	0.9	90%	90%	86.33%	191.25	90.00%	4500	0
				1	90%	0.9	90%						
				3298	90%	2968.2	90%						
			R2	1	60%	0.6	80%						

				505	60%	302.85	80%						
				2363	60%	1417.8	80%						

表 4-19 產品 C 訂單需求配貨表

訂單別 (o)	產品別 (p)	需求量 $dq_{o,p}$	等級別 (r)	配貨量 $AQ_{o,p,r,t}$	符合率 $ug_{o,p,r}$	符合貨	零輝點率 $bd_{p,r}$	零輝點率 要求下限 $zbd_{o,p}$	加權 零輝點率	符合貨但有輝點 之扣除額 $VHBD_{o,p}$	扣除後之加權 零輝點率	符合貨 數量 $RAQ_{o,p}$	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$
6_Cus3	C	4500	R1	4114	95%	3908.3	90%	85%	89.48%	0	89.34%	5653	0
				655	90%	589.5	85%						
				2	85%	1.7	80%						

表 4-20 產品 D 訂單需求配貨表

訂單別 (o)	產品別 (p)	需求量 $dq_{o,p}$	等級別 (r)	配貨量 $AQ_{o,p,r,t}$	符合率 $ug_{o,p,r}$	符合貨	零輝點率 $bd_{p,r}$	零輝點率 要求下限 $zbd_{o,p}$	加權 零輝點率	符合貨但有輝點 之扣除額 $VHBD_{o,p}$	扣除後之加權 零輝點率	符合貨 數量 $RAQ_{o,p}$	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$
6_Cus3	D	4800	R1	1685	95%	1600.47	95%	85%	91.09%	0	91.09%	4800	0
			R2	2052	95%	1949.4	95%						
				1315	95%	1249.25	80%						
			R3	1	90%	0.9	80%						

表 4-21 產品 E 訂單需求配貨表

訂單別 (o)	產品別 (p)	需求量 $dq_{o,p}$	等級別 (r)	配貨量 $AQ_{o,p,r,t}$	符合率 $ug_{o,p,r}$	符合貨	零輝點率 $bd_{p,r}$	零輝點率 要求下限 $zbd_{o,p}$	加權 零輝點率	符合貨但有輝點 之扣除額 $VHBD_{o,p}$	扣除後之加權 零輝點率	符合貨 數量 $RAQ_{o,p}$	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$
5_Cus3	E	6900	R1	1	96%	0.96	90%	85%	76.08%	1265.657	85.00%	10789	3889
				1201	96%	1152.96	90%						
			R2	4261	95%	4047.95	80%						
				R3	3792	80%	3033.6						
			3544		80%	2835.2	75%						
			R4	1404	70%	982.8	50%						
1	70%	0.7		50%									

表 4-22 產品 F 訂單需求配貨表

訂單別 (o)	產品別 (p)	需求量 $dq_{o,p}$	等級別 (r)	配貨量 $AQ_{o,p,r,t}$	符合率 $ug_{o,p,r}$	符合貨	零輝點率 $bd_{p,r}$	零輝點率 要求下限 $zbd_{o,p}$	加權 零輝點率	符合貨但有輝點 之扣除額 $VHBD_{o,p}$	扣除後之加權 零輝點率	符合貨 數量 $RAQ_{o,p}$	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$
7_Cus4	F	11600	R1	877	100%	877	95%	87%	83.40%	501.2105	87.00%	11600	0
				1029	100%	1029	95%						
				3665	100%	3665	95%						
			R2	3699	100%	3699	80%						
			R3	1767	100%	1767	65%						
				1064	100%	1064	65%						

4.2.1.2 瓶頸工作站規劃結果評估

執行完瓶頸工作站排程和配貨機制後，必須參照表 4-16 之資訊，針對各顧客訂單達交量利用式 3-21 進行檢查是否所有訂單皆滿足，如下所示：

$$\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P (RAQ_{o,p} - SUR_{o,p}) / \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P dq_{o,p} = 100\% \quad \text{式 3-21}$$

$$= 263300 / 263300 = 100\%$$

由上式運算式可得知達交率已達 100%，故毋須進入瓶頸工作站規劃結果調整階段進行調整，並把剩餘之 LCD 半成品量[參見附錄 AHP[p,r,t] 變數]回饋給運籌中心，即完成此模組之規劃。而 LCD 半成品於規劃幅度末之剩餘量整理如表 4-23 所示。

表 4-23 規劃幅度末各產品等級 LCD 半成品剩餘量

等級(r)	產品別(p)					
	A	B	C	D	E	F
R1	7	0	0	3	2	0
R2	1	0	3	5	1	0
R3	3587	2	7258	11395	0	4187
R4	6361	4997	10996	10159	14045	15669

4.2.2 案例二. 產能和 LCD 半成品來料不充足情況下

4.2.2.1 瓶頸工作站排程和配貨機制

由於在案例一中，並不需要進入到 3.3.3 瓶頸工作站規劃結果調整階段，但為驗證本文設計理念之可行性，在本節將設計另一例子，且此例子必須進行瓶頸工作站規劃結果調整階段，以達驗證之目的。然而為減少設計範例之複雜度，此例將規劃幅度縮減為五天，方便驗證之執行。

下表 4-24 為此例之各顧客產品訂單需求及其交期，而表 4-25 為各產品等級 LCD 半成品各期來到量，其餘之輸入參數則同 4.1 節所述，在此不再贅述。

表 4-24 顧客需求量和交期(案例二)

訂單編號 (o)	產品別(p)								
	A			B			C		
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$
1_Cus_1	6000	2	90%	-	-	-	-	-	-
2_Cus_2	-	-	-	8000	3	85%	-	-	-
3_Cus_3	-	-	-	-	-	-	10000	4	85%
4_Cus_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
訂單編號 (o)	產品別(p)								
	D			E			F		
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	零輝點率 下限 $ZBD_{o,p}$
1_Cus_1	7000	5	90%	3500	4	90%	-	-	-
2_Cus_2	-	-	-	-	-	-	6000	5	85%
3_Cus_3	-	-	-	6000	5	85%	-	-	-
4_Cus_4	-	-	-	5500	2	87%	5000	4	87%

表 4-25 各產品等級 LCD 半成品各期來到量(t=1~5)

產品別	等級	期初庫存(片)	LCD 半成品來到量				
			t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
A	A_R1	1000	1500	1000			
	A_R2	800	600	800			
	A_R3	300	200				
	A_R4	200	100				
B	B_R1	1200	1000	2000			
	B_R2	1200	2000	1000			
	B_R3	400	500				
	B_R4	200		300			
C	C_R1	1500		1500	2000		
	C_R2	1500		1800	1000		
	C_R3	500		600	200		
	C_R4	400	200				
D	D_R1	1000		2000	1000		
	D_R2	1200			2000		
	D_R3	500		1000			
	D_R4	400			300		
E	E_R1	1500	2000	1000	3000		
	E_R2	1500	1000	1500	1500		
	E_R3	600		500	1000		
	E_R4	400		600			
F	F_R1	1300	1500	2000	1000		
	F_R2	1000		2000	1800	1500	
	F_R3	500		900			
	F_R4	400			600		

由上述輸入參數帶入**瓶頸工作站排程和配貨機制**之數學模式進行求解，求算結果如下所示：表 4-26 為 iLOG 數學模式之統計資訊，而表 4-27 為整個規劃幅度內每一產品訂單之需求量和產出量對照表。由於本例子主要用於驗證瓶頸工作站調整階段之可行性，故在此不再列示產能換線問題之排程結果和各產品詳細配貨表，其詳細求解結果則見附錄 B。

表 4-26 iLOG 數學模式之統計資訊(案例二)

最佳解 (Optimal solution) : 269,540,580(元)		
限制式總數 (No.of constraints)	變數個數 (No.of variables)	求解時間 (Solving time)
1307	1938	15.23sec

表 4-27 各產品訂單需求量和產出量(案例二)

訂單編號 (o)	產品別(p)									
	A					B				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	6000	2	4225	0	1775	-	-	-		
2_Cus_2	-	-	-	-	-	8000	3	7532	0	468
3_Cus_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4_Cus_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
訂單編號 (o)	產品別(p)									
	C					D				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	-	-	-	-	-	7000	5	7000	0	0
2_Cus_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3_Cus_3	10000	4	9995	0	5	-	-	-	-	-
4_Cus_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
訂單編號 (o)	產品別(p)									
	E					F				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	3500	4	2950	0	550	-	-	-	-	-
2_Cus_2	-	-	-	-	-	6000	5	6000	0	0
3_Cus_3	6000	5	6000	0	0	-	-	-	-	-
4_Cus_4	5500	2	5500	0	0	5000	4	5000	0	0

4.2.2.2 瓶頸工作站規劃結果評估機制

執行完瓶頸工作站排程和配貨機制後，必須參照表 4-27 各產品訂單需求量和產出量(案例二)之資訊，對各顧客訂單達交量利用式 3-21 進行檢查是否所有訂單皆滿足，如下所示：

$$\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P (RAQ_{o,p} - SUR_{o,p}) / \sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P dq_{o,p} = 100\% \quad \text{式 3-21}$$

$$= 54199/57000 = 95\% < 100\%$$

由上式運算式可得知達交率未達 100%，故必須進入瓶頸工作站規劃結果調整階段進行調整。

4.2.2.3 瓶頸工作站規劃結果調整機制

由瓶頸工作站排程和配貨機制結果可得知，規劃結果並未滿足所有訂單之需求，故在此階段必須先檢查規劃幅度 T 內各期任一機台之剩餘產能是否有滿足 $RC_{m,t} \geq \text{Max}(pt_p)$ 之條件，而由表 4-28 可以得知在 $m=1, t=4$ 、 $m=2, t=4$ 和 $m=3, t=5$ 時滿足上述之條件，故必須進入**建議新增 LCD 半成品來料**規劃階段。

表 4-28 各機台剩餘產能($RC_{m,t}$)(單位：秒)

機台(m)	期數(t)				
	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
m=1	0	15	24	2353	7
m=2	13	10	10	21104	3
m=3	24	18	3	11	4716
m=4	3	5	15	21	11

表 4-29 各產品等級來料成本

產品別	等級	來料成本 (元/個)	產品別	等級	來料成本 (元/個)
A	A_R1	1000	D	D_R1	500
	A_R2	800		D_R2	450
	A_R3	500		D_R3	400
	A_R4	300		D_R4	300
B	B_R1	1000	E	E_R1	400
	B_R2	700		E_R2	350
	B_R3	400		E_R3	300
	B_R4	300		E_R4	250
C	C_R1	500	F	F_R1	400
	C_R2	450		F_R2	350

	C_R3	400		F_R3	300
	C_R4	300		F_R4	250

➤ **新增 LCD 半成品來料**

進入建議新增 LCD 半成品來料階段後，首先須知道各產品等級新增來料之成本，其資料如表 4-29 所示。將此表之參數帶入建議新增半成品來料數學模式(參見 3.3 節新增 LCD 半成品來料)運算後，求解出之各產品等級建議來料量，如表 4-30 所示，而由建議新增半成品來料數學模式求算結果新的訂單未滿足量表，如表 4-31 所示，其求解結果則見附錄 C。

表 4-30 各產品等級建議來料數量

產品別	等級	新增 LCD 半成品來到數量($NAR_{p,r,t}$)(單位:片)				
		t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
A	A_R1	1	699			
	A_R2	613	1			
	A_R3					
	A_R4					
B	B_R1	215	168	1		
	B_R2	124	2			
	B_R3	172				
	B_R4					
C	C_R1	5		43	2	
	C_R2	48				
	C_R3	2				
	C_R4					
D	D_R1					
	D_R2					3
	D_R3					
	D_R4					
E	E_R1	400				
	E_R2	199	1			
	E_R3	72		18	12	1
	E_R4					
F	F_R1					
	F_R2					
	F_R3					
	F_R4					

表 4-31 新增來料後之未滿足顧客訂單

訂單別(o)	產品別(p)	需求量($dq_{o,p}$)	未滿足量($US_{o,p}$)
--------	--------	-------------------	--------------------

1_Cus_1	A	6000	1042
1_Cus_1	D	7000	1
3_Cus_3	C	10000	3

由上表 4-31 可得知，各顧客訂單並未全數滿足，且由表 4-32 可知道，規劃幅度內各期各機台剩餘產能 $RC_{m,t} \geq \text{Max}(pt_p)$ 之條件不成立，故已無剩餘產能可供新增來料之空間，根據圖 3-4 可知必須進入調整顧客訂單達交量階段。

表 4-32 各機台剩餘產能($RC_{m,t}$)(單位：秒)

機台(m)	期數(t)				
	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
m=1	0	7	7	5	3
m=2	24	15	2	11	3
m=3	24	24	3	7	7
m=4	7	3	3	10	10

➤ 調整訂單達交量

由上表 4-31 中可知，1_Cus_4、3_Cus_3 兩張訂單之未滿足量皆小於 LB=10，故必須進行訂單調整，而其調整步驟如下所示。

◆ Step_1 :

新增兩條限制式，其目的為如有未滿足訂單，則將其未滿足量設定大於等於 LB，如式 3-44、式 3-45 所示。

新增變數

$N_{o,p}$ ：訂單編號 o 產品 p 是否未滿足，如果是為 1；否為 0

新增限制式

$$US_{o,p} \leq N_{o,p} * H \quad \forall o,p \quad \text{式 3-44}$$

$$US_{o,p} \geq 10 * N_{o,p} \quad \forall o,p \quad \text{式 3-45}$$

◆ Step_2：將上述新增之限制式帶入瓶頸工作站排程和配貨機制之數學模式求解。

◆ Step_3 :

由數學模式求出之結果請參見附錄 D，在此階段主要之參照之參數為訂單之未滿足量，故其調整後訂單未滿足量表如表 4-33 所示。

表 4-33 調整後未滿足顧客訂單(單位：片)

訂單別(o)	產品別(p)	需求量($dq_{o,p}$)	未滿足量($US_{o,p}$)
1_Cus_1	A	6000	1438
1_Cus_1	D	7000	10
3_Cus_3	C	10000	10

由表 4-33 調整後未滿足量訂單可清楚看到，所有未滿足量之訂單已滿足大於等於 $LB=10$ 之條件，故至此已算是執行完瓶頸工作站規劃結果調整階段，為更清楚顯現瓶頸工作站規劃結果調整階段之結果比較，在表 4-34 為其重要參數之整理。

表 4-34 執行瓶頸工作站規劃結果調整比較表

規劃流程	總達交量(片) $(\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P (RAQ_{o,p} - SUR_{o,p}))$	總未滿足量(片) $(\sum_{o=1}^O \sum_{p=1}^P US_{o,p})$	總利潤 (元)
原始規劃結果	54,199	2801	269,540,580
新增 LCD 半成品	55,954	1046	288,282,420
調整訂單達交量	55,542	1458	284,248,999

由表 4-34 可以看出，本立在建議新增 LCD 半成品來料後，總利潤增加了一千八百多萬元，但由於建議新增 LCD 半成品之規劃結果之未滿足訂單中，有未滿量小於預設值($LB=10$)之訂單，故必須進行調整；而調整後之結果發現總利潤減少四百多萬元。綜觀上述目標值之變化，可得知瓶頸工作站規劃結果評估執行過程皆符合預期，規劃至此已驗證本文此階段之實用性。

在進行完上述階段後，再進入瓶頸工作站規劃結果評估，並看是否尚有剩餘預定面板來料，如果有則將此剩餘量回饋給運籌中心參考，即可進入 3.4 節物料規劃模組，進行下一階段之規劃。

4.2.3 案例三. LCD 半成品來料以新增來料模式求得之情況

4.2.3.1 瓶頸工作站排程和配貨機制

在案例一、二中，不管 LCD 半成品來料充足或不充足之情況下，皆在已知 LCD 半成品來料限制下進行規劃求解。而當有來料時點、數量和訂單交期限制時，可能會降低數學模式在進行配貨時之彈性，因而導致交貨批之加權零輝點率較難接近顧客要求之零輝點率下限，即 LCD 半成品來料無法物盡其用。

有鑑於此，在本案例中為跟前述案例狀況有所區隔。在此規畫初始，並無 LCD 半成品預定來料和庫存，而是利用 4.2.2.3 節新增 LCD 半成品來料之方式，來求得各產品等級之來到量。其目的為觀察，在 LCD 半成品來料是依各訂單需求而得之情況下，其求解出之交貨批加權零輝點率和顧客要求之零輝點率下限之關係，再將此結果和案例一、二做比較。

然而為方便進行比較，此例將延用案例二之訂單需求，其餘之輸入參數則同 4.1 節所列，在此不再贅述。



表 4-35 各產品等級建議來料數量(t=1~5)(案例三)

產品別	等級	新增 LCD 半成品來到數量($NAR_{p,r,t}$)(單位:片)				
		t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
A	A_R1	5882	1			
	A_R2	1059				
	A_R3	1				
	A_R4					
B	B_R1			4513		
	B_R2			4616		
	B_R3					
	B_R4					
C	C_R1	8999	1			
	C_R2			1611		
	C_R3					
	C_R4	800				
D	D_R1	3000	771	2779		
	D_R2	3799		1		
	D_R3	1800				
	D_R4		1	898	1	
E	E_R1	4669	1	2696	66	372
	E_R2	1148	121	2	4729	
	E_R3	465	1202	833		
	E_R4	1	1199			
F	F_R1	4731			780	1
	F_R2	1572			327	5101
	F_R3				855	545
	F_R4	6		2767		3227

由上述輸入參數帶入 **3.3.3 節新增 LCD 半成品來料之數學模式** 進行求解，求算結果如下所示：表 4-35 各產品等級之建議來到數量。而表 4-36 為整個規劃幅度內每一產品訂單之需求量和產出量對照表。由於本例子主要用於和案例一、二進行交貨批零輝點率和顧客要求之零輝點率下限關係之比較，故在此不再列示產能換線問題之排程結果和各產品詳細配貨表，其他變數求解結果則見附錄 E。而本案例其各顧客訂單交貨批之加權零輝點率和顧客要求零輝點率下限關係，將在 4.4 節進行深入探討。

表 4-36 各產品訂單需求量和產出量(案例三)

訂單編號 (o)	產品別(p)									
	A					B				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	6000	2	6000	0	471	-	-	-	-	-
2_Cus_2	-	-	-	-	-	8000	3	6707	0	1293
3_Cus_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4_Cus_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
訂單編號 (o)	產品別(p)									
	C					D				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	-	-	-	-	-	7000	5	7000	0	0
2_Cus_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3_Cus_3	10000	4	10000	0	0	-	-	-	-	-
4_Cus_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
訂單編號 (o)	產品別(p)									
	E					F				
	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$	需求 量(片) $dq_{o,p}$	交期 (天) $dd_{o,p}$	達交量 ($RAQ_{o,p}$ - $SUR_{o,p}$)	剩餘符 合貨 $SUR_{o,p}$	未滿 足量 $US_{o,p}$
1_Cus_1	3500	4	3500	0	0	-	-	-	-	-
2_Cus_2	-	-	-	-	-	6000	5	6000	0	0
3_Cus_3	6000	5	6000	0	0	-	-	-	-	-
4_Cus_4	5500	2	5500	0	0	5000	4	5000	0	0

4.3 物料規劃模組執行過程與規劃結果

本文物料規劃模組是接續瓶頸工作站排程和訂單配貨模組執行後之結果，即求解出之變數 $x_{p,r,m,t}$ [見附錄 A]，並利用關鍵物料規劃機制，在考量物料之替代料情況下，以最小成本為目標，規劃出各期各物料類型(IC、PWB、BL)所需之物料，來提供給規劃人員在對供應商採購時之參考。

4.3.1 關鍵物料規劃機制

在已知變數 $x_{p,r,m,t}$ 之值情況下，本機制依 3.4.1 節所述建構數學規劃模式，以 iLog OPL Studio 3.5 為解題工具，求出各期產品之需求量、各物料類型編號之配置數量各物料類型編號之購買數量，其相關資訊請見附錄 F。

表 4-37 為本機制數學模式經由 iLog OPL 運算後之統計資訊。而表 4-38 為參照附錄 A 變數 $x_{p,r,m,t}$ 之值，並將其各期產品等級之數量加總，整理而得之各期產品生產數量。

表 4-37 iLOG 數學模式之統計資訊

最佳解 (Optimal solution) : 781,356,880 (元)		
限制式總數 (No.of constraints)	變數個數 (No.of variables)	求解時間 (Solving time)
7764	8268	95.67sec

因此，根據表 4-38 之值即可進而求得表 4-40 各期物料類型編號所配置之需求量和表 4-41 各期物料類型物料編號購買量，其詳細運算流程如下文所示。

為驗證本機制數學模式中各產品物料配置數量之合理性，將以表 4-38 各期產品之生產數量第一期產品 A 之需求為例，依各物料類型編號之配置關係，解釋表 4-40 各期各物料類型編號對應之需求量如何求算。產品 A 之需求量和物料需求量換算，整理如下文表 4-39 所示：

表 4-38 各期產品之生產數量

產品別 (p)	期數(t)													
	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12	t=13	t=14
A	915	2435	1911	0	13	3438	2420	2436	2436	564	0	0	0	0
B	458	2436	4794	4653	2363	0	0	0	0	0	4726	4557	0	0
C	3000	3092	4	0	0	5992	0	0	5643	5284	0	0	5810	3714
D	1039	3092	0	2908	3092	0	5999	3092	357	6092	0	0	0	0
E	8005	0	4582	0	4422	2501	0	4588	0	0	0	471	9317	9458
F	2670	0	877	4729	4729	0	4694	4472	4729	0	9022	9458	0	3637
產品別 (p)	期數(t)													
	t=15	t=16	t=17	t=18	t=19	t=20	t=21	t=22	t=23	t=24	t=25	t=26	t=27	t=28
A	2918	4872	2436	1521	2614	4799	3037	1802	4799	4872	4872	0	0	0
B	0	2363	4727	2436	2185	2436	0	1	2436	2436	2436	2436	2436	2436
C	5376	0	0	0	3000	3092	3604	3526	0	0	0	0	0	0
D	0	0	2998	4164	0	0	2052	3001	0	0	0	3000	3000	0
E	4746	0	0	0	0	0	0	2	4729	4729	4729	6961	4729	9317
F	0	4588	0	4584	4729	0	3381	4442	1	0	0	2215	4729	4729

由上表 4-38 可發現在少數期數所生產之產品別為個位數，但是其生產時間點皆為接續前一期同一產品別之生產，亦或是在該期生產完後，在下一生產週期亦生產同一產品，故毋換線浪費之情況。

表 4-39 第一期產品 A 之相關決策變數和物料需求表

期數 (t)	產品別 (p)	需求量 ($z_{1,1}$)	物料類型和編號	配置量 ($MD_{1,d,e,t}$)	配置後所需物料量 ($Z_{1,1} * dn_{1,d}$)
1	A	915	IC ₃	915	9150
			PWB ₁	915	915
			BL ₁	697	697
			BL ₄	218	218
相關變數					
$z[1,1] = 915$ 、 $MD[1,1,3,1] = 915$ 、 $MD[1,2,1,1] = 915$ 、 $MD[1,3,1,1] = 697$ 、 $MD[1,3,4,1] = 218$					

藉由式 3-47、式 3-51 之運算，可得知上表產品 A 以 IC₃ 物料組裝之配置量為 915 片，而由 4.1 節物料基本資料之資訊可知，每個產品皆需要 10 個 IC 物料來組成，故在本例即需要 9150 個 IC₃ 物料以供組裝，而其他物料類型每個產品所需物料數量皆為 1 個，故配置量和所需物料量相同，即須要 915 個 PWB₁、697 個 BL₁ 和 218 個 BL₄。

再者，表 4-41 所求得之物料購買量，即由表 4-40 求算出各期各物料類型編號所需物料量後，再依式 3-50 物料平衡方程式而求得，如下所示。

$$ML_{d,e,t-1} + PM_{d,e,t} \cdot eq_{d,e} - \sum_{p=1}^P dn_{p,d} \cdot MD_{p,d,e,t} = ML_{d,e,t} \quad \forall d,e,t > 0 \quad \text{式 3-50}$$

以表 4-41 中在第 12 期需購買 100000 個 IC₃ 為例，由附錄 F 中之變數 $ML[1,3,11]=570$ 可得知 IC₃ 在第 11 期末剩下 570 個庫存量，而由表 4-40 可知在第 12 期需要 64200 個 IC₃ 物料，因此必須在第 12 期初購買 100000 個 IC₃ 物料 [$PM[1,3,12]=1$ 、 $eq_{1,3} = 100000$]。由於購料之前置時間為 10 天，故規劃人員必須在第二期跟供應商下採購令，物料方能在第 12 期即時來到，以供生產之需求。

最後，藉由表 4-38~表 4-42 之資訊，生產規劃人員即可清楚的了解，在此規劃幅度內各期所需之物料量和掌握向供應商下單之時間點，並且得之規劃幅度內各物料類型編號之剩餘量。規劃至此，即完成本文模組廠之主生產排程規劃系統之構建。

表 4-40 各期之物料類型編號需求量(t=1~10)

物料 類型	物料 編號	物料需求量 ($\sum_{p=1}^P dn_{p,d} \cdot MD_{p,d,e,t}$)									
		t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10
IC	IC ₁	30000	30920	40	0	0	19450	0	24360	24360	30830
	IC ₂	4580	24360	47940	46530	7990	0	0	0	0	0
	IC ₃	9150	24350	19110	10	130	34380	0	0	0	0
	IC ₄	0	0	0	0	15640	0	0	0	0	0
	IC ₅	0	0	0	0	0	40470	0	0	56430	0
	IC ₆	26700	0	0	4100	0	0	24200	0	0	0
	IC ₇	42300	0	45820	4570	44220	0	0	45880	0	0
	IC ₈	0	0	8770	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₉	0	30920	70	0	0	0	59990	0	0	60920
	IC ₁₀	0	0	0	43190	47290	0	46940	44720	47290	27650
	IC ₁₁	0	0	0	24510	30920	80	0	30920	3570	0
	IC ₁₂	48140	0	0	0	0	25010	0	0	0	0
PWB	PWB ₁	915	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PWB ₂	458	2436	4794	4653	2363	0	0	0	0	0
	PWB ₃	0	1225	1911	0	0	0	0	2436	2436	564
	PWB ₄	0	1210	0	1	13	3438	2420	0	0	0
	PWB ₅	0	1736	0	0	3092	8	0	0	0	0
	PWB ₆	3000	3092	4	0	0	5992	0	0	5643	5284
	PWB ₇	1039	0	7	2908	0	0	5999	0	0	1897
	PWB ₈	0	1356	0	0	0	0	0	3092	357	4195
	PWB ₉	3065	0	877	624	0	0	0	0	4729	0
	PWB ₁₀	5500	0	3110	0	0	2501	0	4588	0	0
	PWB ₁₁	2110	0	1472	0	4422	0	0	0	0	0
	PWB ₁₂	0	0	0	4105	4729	0	4694	4472	0	0
BL	BL ₁	697	0	0	0	0	3438	0	0	0	0
	BL ₂	458	2436	4794	4653	2363	0	0	0	0	0
	BL ₃	0	0	0	1	13	0	2420	2436	0	0
	BL ₄	218	2435	1911	0	0	0	0	0	2436	564
	BL ₅	4039	1510	0	0	0	0	0	0	5643	5284
	BL ₆	0	2670	0	2908	3092	8	3350	3092	0	6092
	BL ₇	0	0	7	0	0	0	2649	0	357	0
	BL ₈	0	2004	4	0	0	5992	0	0	0	0
	BL ₉	2670	0	877	0	4729	0	0	0	0	0
	BL ₁₀	3005	0	2115	4729	0	0	4694	4472	4729	0
	BL ₁₁	5000	0	2467	0	4422	2501	0	4588	0	0
	BL ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4-40 各期之物料類型編號需求量(續)(t=11~20)

物料 類型	物料 編號	物料需求量($\sum_{p=1}^P dn_{p,d} \cdot MD_{p,d,e,t}$)									
		t=11	t=12	t=13	t=14	t=15	t=16	t=17	t=18	t=19	t=20
IC	IC ₁	0	0	40	0	29180	0	18110	0	0	0
	IC ₂	47260	45570	0	0	0	23630	47270	24360	21850	0
	IC ₃	67300	64200	0	36370	0	93750	6250	52710	47290	0
	IC ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24360
	IC ₅	0	0	58100	37140	53760	0	20	0	30000	30920
	IC ₆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₇	0	4710	12500	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₈	0	30380	0	0	0	850	0	0	0	0
	IC ₉	0	0	0	0	0	0	0	49980	26140	47990
	IC ₁₀	22920	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₁₁	0	0	80670	94580	47460	0	29980	0	0	0
	IC ₁₂	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PWB	PWB ₁	0	0	0	0	0	1405	0	0	0	0
	PWB ₂	4726	4557	0	0	0	2363	4727	2436	2185	2436
	PWB ₃	0	0	4	0	0	3467	2436	1521	2614	4799
	PWB ₄	0	0	0	0	2918	0	0	0	0	0
	PWB ₅	0	0	0	0	0	0	0	4164	0	0
	PWB ₆	0	0	5810	3714	5376	0	2	0	3000	3092
	PWB ₇	0	0	0	0	0	0	2998	0	0	0
	PWB ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PWB ₉	9022	9458	0	3637	0	4588	0	4584	4729	0
	PWB ₁₀	13	471	9317	9458	542	0	0	0	0	0
	PWB ₁₁	0	0	0	0	4204	0	0	0	0	0
	PWB ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BL	BL ₁	0	0	4	0	2918	1422	0	1521	0	0
	BL ₂	4726	4557	0	0	0	2363	4727	2436	2185	2436
	BL ₃	0	0	0	0	0	3450	0	0	2614	4799
	BL ₄	0	0	0	0	0	0	2436	0	0	0
	BL ₅	0	0	5810	3714	0	0	2874	0	0	1470
	BL ₆	0	0	0	0	0	0	124	4164	0	0
	BL ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BL ₈	0	0	0	0	5376	0	2	0	3000	1622
	BL ₉	5266	958	0	0	0	0	0	0	0	0
	BL ₁₀	3756	0	0	3637	0	4588	0	4584	4729	0
	BL ₁₁	13	471	9317	9458	4746	0	0	0	0	0
	BL ₁₂	0	8500	0	0	0	0	0	0	0	0



表 4-40 各期之物料類型編號需求量(續)(t=21~28)

物料 類型	物料 編號	物料需求量 ($\sum_{p=1}^P dn_{p,d} \cdot MD_{p,d,e,t}$)							
		t=21	t=22	t=23	t=24	t=25	t=26	t=27	t=28
IC	IC ₁	0	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₂	0	10	24360	24360	24360	24360	24360	24360
	IC ₃	33810	44420	10	0	5030	22150	47290	47290
	IC ₄	0	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₅	36040	35260	0	0	0	0	0	0
	IC ₆	0	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₇	0	0	0	0	0	0	0	93170
	IC ₈	0	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₉	50890	48030	47990	48720	43690	30000	30000	0
	IC ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0
	IC ₁₁	0	20	47290	47290	47290	69610	47290	0
	IC ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0
PWB	PWB ₁	0	0	0	0	0	0	0	0
	PWB ₂	0	0	2436	1668	0	2436	2436	2436
	PWB ₃	3037	1803	4799	5640	7308	0	0	0
	PWB ₄	0	0	0	0	0	0	0	0
	PWB ₅	0	0	0	0	0	0	0	0
	PWB ₆	3604	3526	0	0	0	0	0	0
	PWB ₇	2052	3001	0	0	0	3000	2399	0
	PWB ₈	0	0	0	0	0	0	601	0
	PWB ₉	3381	4444	1	646	0	2215	4729	4729
	PWB ₁₀	0	0	4729	4083	4729	6961	4729	9317
	PWB ₁₁	0	0	0	0	0	0	0	0
	PWB ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0
BL	BL ₁	0	0	0	0	0	0	0	0
	BL ₂	0	1	2436	2436	2436	2436	2436	2436
	BL ₃	3037	1802	4799	4872	4872	0	0	0
	BL ₄	0	0	0	0	0	0	0	0
	BL ₅	5656	6527	0	0	0	3000	3000	0
	BL ₆	0	0	0	0	0	0	0	0
	BL ₇	0	0	0	0	0	0	0	0
	BL ₈	0	0	0	0	0	0	0	0
	BL ₉	0	0	0	0	0	0	0	0
	BL ₁₀	3381	4444	2422	0	0	2215	4729	4729
	BL ₁₁	0	0	2308	4729	4729	6961	4729	9317
	BL ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4-41 各期之物料類型編號購買量(t=11~20)

物料 類型	物料 編號	購買量									
		t=11	t=12	t=13	t=14	t=15	t=16	t=17	t=18	t=19	t=20
IC	IC ₁	-	-	0	-	100000	-	0	-	-	-
	IC ₂	0	0	-	-	-	0	100000	0	0	-
	IC ₃	0	100000	-	0	-	100000	0	100000	0	-
	IC ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	IC ₅	-	-	0	100000	0	-	0	-	100000	100000
	IC ₆	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC ₇	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	IC ₈	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
	IC ₉	-	-	-	-	-	-	-	100000	100000	0
	IC ₁₀	0	-	-	-	-	-	100000	-	-	-
	IC ₁₁	-	-	200000	100000	0	-	0	-	-	-
	IC ₁₂	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PWB	PWB ₁	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
	PWB ₂	10000	0	-	-	-	10000	10000	0	0	0
	PWB ₃	-	-	0	-	-	0	0	0	10000	10000
	PWB ₄	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
	PWB ₅	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
	PWB ₆	-	-	10000	10000	0	-	0	-	0	10000
	PWB ₇	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
	PWB ₈	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PWB ₉	0	10000	-	0	-	0	-	10000	0	-
	PWB ₁₀	0	0	0	10000	0	-	-	-	-	-
	PWB ₁₁	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
	PWB ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BL	BL ₁	-	-	0	-	0	0	-	0	-	-
	BL ₂	10000	0	-	-	-	10000	10000	0	0	10000
	BL ₃	-	-	-	-	-	0	-	-	0	10000
	BL ₄	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
	BL ₅	-	-	0	0	-	-	10000	-	-	0
	BL ₆	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
	BL ₇	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL ₈	-	-	-	-	10000	-	0	-	0	0
	BL ₉	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL ₁₀	0	-	-	10000	-	0	-	10000	0	-
	BL ₁₁	0	0	10000	10000	0	-	-	-	-	-
	BL ₁₂	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-

註：“-”表原本就不是生產品項、“0”表要生產但不必增購

表 4-41 各期之物料類型編號購買量(續) (t=21~28)

物料 類型	物料 編號	購買量							
		t=21	t=22	t=23	t=24	t=25	t=26	t=27	t=28
IC	IC ₁	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC ₂	-	0	100000	100000	0	0	0	0
	IC ₃	100000	0	0	-	0	100000	0	0
	IC ₄	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC ₅	0	0	-	-	-	-	-	-
	IC ₆	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC ₇	-	-	-	-	-	-	100000	0
	IC ₈	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC ₉	100000	0	100000	0	100000	0	0	-
	IC ₁₀	-	-	-	-	-	-	-	-
	IC ₁₁	-	0	0	100000	100000	0	100000	-
	IC ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-
PWB	PWB ₁	-	-	-	-	-	-	-	-
	PWB ₂	-	-	0	10000	-	0	0	0
	PWB ₃	0	0	0	10000	0	-	-	-
	PWB ₄	-	-	-	-	-	-	-	-
	PWB ₅	-	-	-	-	-	-	-	-
	PWB ₆	0	0	-	-	-	-	-	-
	PWB ₇	0	0	-	-	-	0	0	-
	PWB ₈	-	-	-	-	-	-	10000	-
	PWB ₉	10000	0	0	0	-	0	10000	0
	PWB ₁₀	-	-	10000	10000	10000	0	10000	0
	PWB ₁₁	-	-	-	-	-	-	-	-
	PWB ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-
BL	BL ₁	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL ₂	-	0	0	10000	0	0	0	0
	BL ₃	0	0	10000	0	0	-	-	-
	BL ₄	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL ₅	0	10000	-	-	-	0	10000	-
	BL ₆	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL ₇	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL ₈	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL ₉	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL ₁₀	10000	0	0	-	-	0	10000	0
	BL ₁₁	-	-	10000	10000	0	10000	10000	0
	BL ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-

註：“-”表原本就不是生產品項、“0”表要生產但不必增購

表 4-42 規劃幅度末各物料類型編號剩餘量

物料類型(d)					
IC		PWB		BL	
物料編號	剩餘量	物料編號	剩餘量	物料編號	剩餘量
IC ₁	28210	PWB ₁	2680	BL ₁	0
IC ₂	22490	PWB ₂	5454	BL ₂	8749
IC ₃	0	PWB ₃	0	BL ₃	385
IC ₄	0	PWB ₄	0	BL ₄	0
IC ₅	46860	PWB ₅	0	BL ₅	7473
IC ₆	0	PWB ₆	4361	BL ₆	0
IC ₇	20830	PWB ₇	0	BL ₇	1987
IC ₈	0	PWB ₈	9399	BL ₈	0
IC ₉	19670	PWB ₉	542	BL ₉	0
IC ₁₀	12016	PWB ₁₀	5452	BL ₁₀	542
IC ₁₁	25724	PWB ₁₁	3792	BL ₁₁	9244
IC ₁₂	0	PWB ₁₂	0	BL ₁₂	0

4.4 成效分析

此節針對 4.2 節和 4.3 節之考量物料配置之主生產排程規劃模組執行之結果，分別對各個規劃階段之執行結果進行分析與說明：

➤ 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組

此模組主要針對規劃幅度內各訂單需求進行配貨，而在配貨過程中效率之良窳，最重要一個指標即為所達交該批符合貨之加權零輝點率是否剛好為顧客要求之零輝點率下限值。此指標意義在於當 LCD 高等級之半成品量有限，且同時考量產品換線和配貨情況下，讓所達交該批產品之加權零輝點率接近顧客要求之零輝點率要求下限時，方能貨盡其用。

在本文之案例中，**每張訂單對應至其一產品別所達交之該批產品，即為交貨批**；而顧客要求零輝點率下限除以各交貨批之加權零輝點率之比率在此定義為**配貨效率值**。其值等於 1，即代表顧客交貨批之加權零輝點率恰為顧客要求之零輝點率下限值。故在下表將求算各案例之交貨批平均配貨效率、交貨批總數和交貨批之加權零輝點率恰為顧客要求之零輝點下限之比率，如下所示。

表 4-43 交貨批之加權零輝點率和顧客要求零輝點率下限達成表

案例別	交貨批數	交貨批之加權零輝點率等於對應至零輝點率下限		平均配貨效率
		批數	比率	
案例一.	38	32	84.2%	99.51%
案例二. 原始規劃結果	9	6	66.67%	99.58%
案例二. 新增 LCD 半成品	9	5	55.5%	99.73%
案例二. 調整訂單達交量	9	6	66.67%	99.47%
案例三.	9	6	67%	99.48%

由上表之資訊可看出，在各案例和情境比較結果下，以案例一全部交貨批中，共約 84.2% 之交貨批恰好以零輝點率下限值來出貨表現最佳。此乃因案例一為在產能和 LCD 來料充足之情況下進行規劃，故無論在生產時不同產品等級之配置和配貨時訂單之挑選上，擁有較高之彈性，讓數學模式在求解時，更有空間找出有效率之排程配貨結果；相較之下，案例二在產能和 LCD 來料皆不充足之情況下求解，再加上案例二之訂單組合數較少，在求解時未能給數學模式足夠空間去分配訂單，讓交貨批之加權零輝點率向顧客要求之比率下限靠

近，而造成該個案之交貨批達成零輝點率下限值之比率較低；而案例三則因訂單較少，故在配貨和生產時彈性較小，乃為造成交貨批之加權零輝點率高於顧客要求之零輝點率下限之主因。以上三個案例中，各交貨批加權零輝點率和配貨效率值，請參見附錄G。

再者，由前文各案例之情境可得知，案例三和案例一、二最大之差異，乃案例三之 LCD 半成品來料為根據顧客需求規劃而得，在求解初始時保留較大之彈性，即無來料限制；而案例一、二則皆在 LCD 半成品來料已知限制下求解。因此，由案例三來料之規劃方式，其所求解出之平均效率值即可作為案例一、二配貨效率值之標準，藉此來判斷案例一、二之來料是否合理。而由上表之平均配貨效率值可看出，案例三之平均配貨效率值和案例一、二皆高達 99% 以上，三案例間並無差異。故由案例三之平均配貨效率值之表現，即可證明案例一、二之 LCD 半成品來料之合理性。

最後，由於零輝點率要求下限不同乃肇因於不同顧客間品質要求相異所致。故為更進一步解讀表 4-43，在表 4-44 整理各顧客其交貨批加權零輝點率和其對應零輝點率下限之關係。

表 4-44 各顧客交貨批之加權零輝點率和顧客要求零輝點率下限達成表

案例一.							
顧客別	零輝點率 要求下限	交貨批數	交貨批之加權零輝點率等於對應至零輝點率下限			平均配貨效率	
			批數	比率			
Cus_1	90%	9	9	100.0%			100%
Cus_2	85%	10	7	70.0%			99%
Cus_3	85%	10	7	70.0%			99.05%
Cus_4	87%	9	9	100.0%			100%
	總數	38	32	平均	84.2%	平均	99.51%
案例二. 原始規劃結果							
顧客別	零輝點率 要求下限	交貨批數	交貨批之加權零輝點率等於對應至零輝點率下限			平均配貨效率	
			批數	比率			
Cus_1	90%	3	2	67.7%			99.86%
Cus_2	85%	2	2	100%			100%
Cus_3	85%	2	0	0%			98.86%
Cus_4	87%	2	2	100.0%			100%
	總數	9	6	平均	66.67%	平均	99.58%
案例二. 新增 LCD 半成品							
顧客別	零輝點率 要求下限	交貨批數	交貨批之加權零輝點率等於對應至零輝點率下限			平均配貨效率	
			批數	比率			
Cus_1	90%	3	2	67.7%			99.79%
Cus_2	85%	2	1	50.0%			99.99%
Cus_3	85%	2	1	50.0%			99.09%

Cus_4	87%	2	1	50.0%		99.99%	
	總數	9	5	平均	55.5%	平均	99.73%

表 4-44 各顧客交貨批之加權零輝點率和顧客要求零輝點率下限達成表(續)

案例二. 調整訂單達交量							
顧客別	零輝點率 要求下限	交貨批數	交貨批之加權零輝點率等於對應至零輝點率下限		平均配貨效率		
			批數	比率			
Cus_1	90%	3	2	67.7%	99.36%		
Cus_2	85%	2	2	100.0%	100%		
Cus_3	85%	2	1	50.0%	98.92%		
Cus_4	87%	2	1	50.0%	99.65%		
	總數	9	6	平均	66.67%	平均	99.47%
案例三							
顧客別	零輝點率 要求下限	交貨批數	交貨批之加權零輝點率等於對應至零輝點率下限		平均配貨效率		
			批數	比率			
Cus_1	90%	3	2	66.67%	99.44%		
Cus_2	85%	2	1	50%	99.62%		
Cus_3	85%	2	1	50%	98.86%		
Cus_4	87%	2	2	100.0%	100%		
	總數	9	6	平均	66.67%	平均	99.48%

由上表 4-44 可得知，無論哪個案例，Cus_1 和 Cus_4 其交貨批之加權零輝點率恰為要求之零輝點率要求下限之訂單產品組比率大致上皆高於 Cus_2 和 Cus_3。此現象乃因 Cus_1 和 Cus_4 兩顧客所要求之零輝點率下限相對於 Cus_2 和 Cus_3 較高，故在配貨時盡量採符合顧客規定下限之理念來運作。

➤ 物料規劃模組

此模組之工作，主要為承接瓶頸工作站排程和訂單配貨模組在規劃幅度各期產品所生產之數量結果後，進行關鍵物料配置。在本文之物料配置問題中，決定合理性之最重要一個指標，為主料和替代料於購買和配置量中所佔之比重。此乃因數學模式設計之理念，為最小化物料之庫存成本和購買成本為目標，故在已知物料庫存情況下，將庫存替代料用完後再購入主料，以此為目標來設計，方為有效率之規劃模式。下表 4-45 為各物料類型其主料和替代料之使用狀況。

表 4-45 各物料類型之主料和替代料配置情形

物料類型	物料屬性	原始庫存量	剩餘量	來到量	購買量	使用量	主料-替代料使用比率
IC	主料	34,500	138,060	900,000	1,800,000	2,596,440	70.44%
	替代料	27,500	37,740	400,000	700,000	1,089,760	29.56%
PWB	主料	33,300	15,809	100,000	190,000	307,491	83.42%
	替代料	39,000	17,871	30,000	10,000	61,129	16.58%
BL	主料	35,000	30,393	100,000	200,000	304,607	82.63%
	替代料	36,000	1,987	20,000	10,000	64,013	17.37%

由上表可看到，無論是物料購買量、剩餘量和使用量，主料之數量皆遠大於替代料。物料主料和替代料使用之差距相對較少的為 IC 物料，造成此現象乃肇因於，物料類型 IC 其共用性較大。根據 4.1 節之表 4-6 可得知，IC 物料可以在不同產品族別間共用物料；但 PWB 和 BL 不得在不同產品族間共用。然而，當物料之共用彈性較高，或主料和替代料成本相同之情況下，數學模式在選擇購買物料類型時，偏向購入可供給較多產品組裝之替代料，而非只能給少數產品別組裝之主料。由此可知，當物料之共用性較高時，主料和替代料使用個數之差距會縮小。基於上述之討論，可判斷本案例在主料和替代料使用比例之合理性。

第五章 結論與未來研究方向

5.1、結論

TFT-LCD 產業在近幾年快速崛起和發展下，不管是產品技術和製程良率皆有長足進步，已漸漸邁入一個成熟之產業。在此情況下，如何將這些產品在顧客不同之品質要求限制下，有效率分配給各個顧客，乃為整個 TFT-LCD 生產鏈能否竟其功之關鍵所在。

有鑑於此，為達有效滿足顧客訂單需求之目的，本文考量 TFT-LCD 模組廠特有之符合率和零輝點率，再加上物料替代之配置問題，建構一模組廠之主生產排程規劃系統，在顧客訂單產出需求和交期限制下，決定出各訂單之最佳生產排程和物料配置，使瓶頸工作站產能發揮最大效用。本文模式中包含兩個模組：

- (1) 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組：為滿足不同顧客訂單之需求，本文以企業整體利益最大化為目標，針對瓶頸工作站(PWB 壓合作業)以線性規劃模式求解出規劃幅度內，應生產之最適產品等級組合及配置給每一訂單之產品組合和數量。在進行規劃時，須考量瓶頸工作站之換線時間，以及各產品等級組合對應至不同顧客之符合率和各產品等級之零輝點率特性。最後，利用上述求解出之結果，視情況建議 LCD 半成品來料和訂單達交量之調整，使本模組規劃更具彈性。
- (2) 物料規劃模組：本模組之主要目的為支持上層規劃結果，已知第一階段之生產規劃資訊和期初關鍵物料庫存情況下，以線性規劃模式求解出最小成本之物料配置。此模組主要考量物料替代特性下，盡量用光目前之現有庫存，以減少庫存成本，並求出每期生產所需之關鍵物料數量，如有物料不足情況，則需開立採購令，購買不足之物料，完成物料之規劃。

經由第四章驗證之結果，吾人將本文所設計之考量物料配置之主生產排程系統成效整理如下：

- (1) 同時考量瓶頸工作站排程和訂單配貨需求之特性下，本文以同一產品在不同規劃週期接續生產之概念和針對每一訂單配與不同之產品等級組合和數量，來兼顧產品換線之效率(利用率 99.98%)和顧客配貨問題之彈性，增加本規劃系統之實用性。

- (2) 在本文三案例中，本規劃系統所求算之結果，皆至少能讓配貨效率值達 99% 以上。
- (3) 在物料訂購前置時間限制和考量主料替代料共用情況下，生產規劃者根據本規劃系統之規劃結果，可推得向供應商下單之時間，有助於整廠生產排程之執行。
- (4) 針對每一訂單配貨之規劃結果，可提供生產規劃者在規劃期初即可快速跟顧客回應訂單之達交狀況，增加工廠之競爭力。

5.2、未來研究方向

綜觀本論文所設計之排程、配貨和物料規劃系統，雖皆得到預期之成效，但尚有急待探究之議題，值得後續研究與探討，其相關議題總結如下：

1. 本文所設計之配貨模式，考量各顧客之符合率和要求之零輝點率下限做分派，而為某一顧客配置產品所衍生之次級成品，則假設不得作為其他顧客之符合貨。然而在實務上，某顧客之部分次級成品乃可作為其他顧客之符合貨，未來研究若能將此點納入，可使此問題更臻完善。
2. 本研究將 Cell 廠各產品等級之 LCD 半成品送往模組廠之數量設為已知，此乃因本規劃範圍只限於單廠。因此，如後續研究可將規劃範圍擴至多廠，即可參照各模組廠之需求和 Cell 廠各廠之產出量，進行各模組廠 LCD 半成品來料之整體配送規劃，將讓此問題更具實用性和廣度。
2. 本文在物料規劃方面，所考量之重點為同一物料類型之物料替代和物料配置問題，並未考慮物料群組間之替代問題。然而，在實際工廠中，不同的物料群組可組成同樣之產品。因此，未來在規劃物料替代問題時，可加入群組替代之選擇，讓物料規劃更加彈性。

參考文獻

- [1] Jeong, B., Kim, S. W. and Lee, Y. J., “An assembly scheduler for TFT-LCD manufacturing,” *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 41, pp. 37-58, 2001.
- [2] Shin, H.J. and Leon, V.J., “Scheduling with product family set-up times : an application in TFT LCD manufacturing,” *INT.J.PROD.RES*, Vol. 42, No. 20, pp 4235-4248, 2004.
- [3] Hung, Y.F., and Wang, Q.Z., “A new formulation technique for alternative material planning – an approach for semiconductor bin allocation planning,” *Computers ind. Engng* Vol. 32, No. 2, pp. 281-297, 1997.
- [4] <http://www.auo.com> 友達官方網站
- [5] <http://twbusiness.nat.gov.tw/asp/industry2.asp> 全球台商服務網。
- [6] 王凱生，「訂單滿足流程與可允諾量分配模式-以 TFT-LCD 產業為例」，國立清華大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 96 年。
- [7] 王立志，「供應鏈時實戰手冊－應用 APS 跨越 MRP 鴻溝」，鼎誠資訊股份有限公司，2003 年 1 月。
- [8] 吳品正，「以限制為基礎之基因演算法在 TFT-LCD 模組廠排程之應用」，明新科技大學工程管理研究所，碩士論文，民國 93 年。
- [9] 林毓淳，「TFT-LCD 主生產排程快速規劃系統」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 93 年。
- [10] 胡育旗，「TFT-LCD 產業模組廠的生產規劃與排程模式之研究」，東海大學工業工程與經營資訊學系，碩士論文，民國 96 年。
- [11] 陳連春，「什麼是液晶」，建興出版社，2000 年。
- [12] 陳子立，「以模擬為基礎之先進規劃與排程方法－TFT-LCD 產業模組廠為例」，清華大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 92 年。
- [13] 黃東茂，「LCD 構裝製程設備技術發展簡介」，*機械工程*，頁 62-64，民國 90 年。
- [14] 黃建中，「多廠區規劃與排程－以 TFT-LCD 廠為例」，清華大學工業工程與管理學系，民國 92 年。

- [15] 許運達，「TFT-LCD 模組廠生產規劃系統之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 94 年。
- [16] 郭清泓，「TFT-LCD 薄膜液晶顯示器產業多階多廠之生產規劃機制」，國立交通大學工程與管理學系，碩士論文，民國 93 年。
- [17] 蔡秉宏，「液晶面板組裝廠產能配置模組之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 91 年。
- [18] 謝仲為，「先進規劃與排程系統應用於 TFT-LCD 產業之研究」，東海大學工業工程學系，碩士論文，民國 90 年。
- [19] 顧鴻壽，「光電液晶平面顯示器技術基礎及應用」，第二版，新文京開發，民國 93 年。



附錄

附錄 A 以 4.1 節範例資料(案例一)利用瓶頸工作站排程和配貨機制求得之結果

為求精簡，本附錄只列出非 0 之決策變數，詳細資料如下所示：

X[1,1,3,6] = 490	X[2,3,1,3] = 1006	X[3,4,2,9] = 239	X[4,3,4,10] = 2999	X[6,2,4,4] = 3699
X[1,1,3,7] = 322	X[2,3,2,3] = 295	X[3,4,3,2] = 1	X[4,4,1,4] = 1794	X[6,2,4,8] = 1801
X[1,1,3,8] = 483	X[2,3,2,4] = 1353	X[3,4,3,3] = 1	X[4,4,1,6] = 1	X[6,2,4,9] = 1400
X[1,1,3,9] = 1997	X[2,3,3,4] = 1	X[3,4,3,10] = 1739	X[4,4,2,3] = 1	X[6,3,4,1] = 1767
X[1,1,3,10] = 1	X[2,4,1,1] = 457	X[4,1,1,6] = 1	X[4,4,2,6] = 1	X[6,3,4,5] = 1064
X[1,1,4,1] = 394	X[2,4,1,3] = 1429	X[4,1,1,7] = 797	X[4,4,2,8] = 3091	X[6,3,4,8] = 40
X[1,1,4,2] = 73	X[2,4,2,3] = 2063	X[4,1,2,2] = 192	X[4,4,2,10] = 526	X[6,3,4,9] = 3329
X[1,1,4,3] = 1911	X[2,4,2,4] = 1	X[4,1,2,4] = 1	X[4,4,4,10] = 1	X[6,4,4,1] = 903
X[1,2,3,8] = 617	X[3,1,1,6] = 2450	X[4,1,2,5] = 2809	X[5,1,1,1] = 1605	X[6,4,4,7] = 2466
X[1,2,3,9] = 437	X[3,1,1,9] = 506	X[4,1,2,7] = 284	X[5,1,1,8] = 1	X[6,4,4,8] = 2631
X[1,2,3,10] = 563	X[3,1,1,10] = 343	X[4,1,2,8] = 1	X[5,1,2,1] = 1995	X[1,1,1,15] = 1704
X[1,2,4,1] = 521	X[3,1,2,6] = 355	X[4,1,2,9] = 1	X[5,1,3,3] = 1495	X[1,1,1,16] = 2436
X[1,2,4,2] = 999	X[3,1,2,9] = 1	X[4,1,2,10] = 1845	X[5,1,3,6] = 704	X[1,1,1,19] = 499
X[1,2,4,6] = 2363	X[3,1,3,1] = 1574	X[4,2,1,6] = 1	X[5,2,1,1] = 1953	X[1,1,2,15] = 1
X[1,3,3,5] = 13	X[3,1,3,2] = 1625	X[4,2,1,7] = 2110	X[5,2,1,8] = 306	X[1,1,2,16] = 2436
X[1,3,3,6] = 585	X[3,1,3,3] = 1	X[4,2,2,2] = 1196	X[5,2,2,1] = 847	X[1,1,2,17] = 123
X[1,3,3,7] = 1	X[3,1,3,10] = 545	X[4,2,2,3] = 1	X[5,2,3,3] = 3086	X[1,1,2,18] = 1
X[1,3,3,8] = 1335	X[3,2,1,9] = 2493	X[4,2,2,5] = 283	X[5,2,3,5] = 108	X[1,2,1,18] = 1517
X[1,3,3,9] = 1	X[3,2,2,6] = 1	X[4,2,2,6] = 1	X[5,3,1,8] = 3483	X[1,2,1,19] = 1820
X[1,3,4,2] = 1364	X[3,2,2,9] = 2403	X[4,2,2,7] = 2808	X[5,3,2,1] = 1590	X[1,2,1,20] = 2386
X[1,4,3,7] = 2097	X[3,2,3,1] = 1333	X[4,2,2,9] = 355	X[5,3,3,3] = 1	X[1,2,2,15] = 1
X[1,4,3,8] = 1	X[3,2,3,3] = 1	X[4,2,2,10] = 644	X[5,3,3,5] = 1482	X[1,2,2,16] = 1
X[1,4,3,9] = 1	X[3,3,1,10] = 2384	X[4,3,1,4] = 1112	X[5,3,3,6] = 144	X[1,2,2,17] = 2313
X[2,1,1,2] = 1	X[3,3,2,6] = 2449	X[4,3,1,6] = 1	X[5,4,1,8] = 798	X[1,2,2,18] = 1
X[2,1,1,3] = 1	X[3,3,3,1] = 93	X[4,3,2,1] = 1039	X[5,4,2,1] = 15	X[1,2,3,19] = 157
X[2,1,2,4] = 1008	X[3,3,3,2] = 1466	X[4,3,2,2] = 1704	X[5,4,3,5] = 2832	X[1,3,1,15] = 650
X[2,1,3,4] = 2290	X[3,3,3,3] = 1	X[4,3,2,3] = 4	X[5,4,3,6] = 1653	X[1,3,1,18] = 1
X[2,2,1,1] = 1	X[3,4,1,6] = 546	X[4,3,2,4] = 1	X[6,1,4,3] = 877	X[1,3,1,20] = 1
X[2,2,1,2] = 2136	X[3,4,1,9] = 1	X[4,3,2,6] = 1	X[6,1,4,4] = 1030	X[1,3,2,15] = 561
X[2,2,1,5] = 2363	X[3,4,1,10] = 273	X[4,3,2,9] = 1	X[6,1,4,5] = 3665	X[1,3,2,20] = 2363
X[2,3,1,2] = 299	X[3,4,2,6] = 191	X[4,3,2,10] = 77	X[6,1,4,7] = 2228	X[1,3,3,19] = 21



$X[1,4,1,18] = 1$	$X[3,1,4,19] = 2145$	$X[5,1,3,13] = 4727$	$X[6,3,1,12] = 4118$	$X[2,2,4,24] = 1735$
$X[1,4,1,19] = 117$	$X[3,2,2,13] = 655$	$X[5,1,3,14] = 1$	$X[6,3,2,18] = 3211$	$X[2,2,4,25] = 2435$
$X[1,4,1,20] = 49$	$X[3,2,2,14] = 3091$	$X[5,1,3,15] = 1186$	$X[6,3,2,19] = 1$	$X[2,2,4,26] = 2$
$X[1,4,2,15] = 1$	$X[3,2,2,15] = 1$	$X[5,2,1,13] = 3438$	$X[6,3,4,11] = 421$	$X[2,2,4,27] = 2435$
$X[2,1,1,17] = 164$	$X[3,2,4,14] = 1$	$X[5,2,1,14] = 2731$	$X[6,3,4,12] = 1$	$X[2,3,4,23] = 1583$
$X[2,1,2,11] = 2356$	$X[3,2,4,15] = 3091$	$X[5,2,3,12] = 399$	$X[6,3,4,16] = 474$	$X[2,3,4,26] = 2360$
$X[2,1,3,11] = 1144$	$X[3,2,4,19] = 62$	$X[5,2,3,13] = 1$	$X[6,4,2,19] = 1$	$X[2,3,4,28] = 1$
$X[2,1,3,12] = 1000$	$X[3,2,4,20] = 2799$	$X[5,2,3,14] = 1530$	$X[1,1,1,23] = 2020$	$X[2,4,4,23] = 151$
$X[2,1,3,16] = 399$	$X[3,3,2,14] = 1$	$X[5,3,1,13] = 1076$	$X[1,1,1,24] = 563$	$X[2,4,4,24] = 701$
$X[2,1,3,17] = 1$	$X[3,3,2,15] = 1$	$X[5,3,1,14] = 1998$	$X[1,1,1,25] = 1$	$X[2,4,4,25] = 1$
$X[2,1,3,18] = 1$	$X[3,3,4,15] = 1$	$X[5,3,1,15] = 1$	$X[1,1,3,21] = 673$	$X[2,4,4,26] = 2$
$X[2,1,3,20] = 2435$	$X[3,3,4,17] = 1$	$X[5,3,3,12] = 72$	$X[1,1,3,22] = 1$	$X[3,1,2,21] = 40$
$X[2,2,2,11] = 7$	$X[3,3,4,19] = 793$	$X[5,3,3,13] = 1$	$X[1,1,3,24] = 2436$	$X[3,1,2,22] = 1044$
$X[2,2,2,12] = 2435$	$X[3,3,4,20] = 284$	$X[5,3,3,14] = 1794$	$X[1,1,4,22] = 1801$	$X[3,1,4,21] = 2$
$X[2,2,3,11] = 1218$	$X[3,4,2,13] = 1$	$X[5,3,3,15] = 3543$	$X[1,2,1,24] = 1$	$X[3,1,4,22] = 614$
$X[2,2,3,12] = 1121$	$X[3,4,2,15] = 1$	$X[5,4,1,13] = 1$	$X[1,2,1,25] = 2435$	$X[3,2,2,22] = 1862$
$X[2,2,3,20] = 1$	$X[3,4,4,13] = 1$	$X[5,4,1,15] = 1$	$X[1,2,3,23] = 2031$	$X[3,2,4,21] = 602$
$X[2,3,1,17] = 2127$	$X[3,4,4,20] = 9$	$X[5,4,3,14] = 1404$	$X[1,2,3,25] = 2435$	$X[3,2,4,22] = 5$
$X[2,3,3,16] = 15$	$X[4,1,1,18] = 1066$	$X[6,1,1,11] = 951$	$X[1,3,1,21] = 2363$	$X[3,3,2,21] = 2960$
$X[2,3,3,17] = 1420$	$X[4,1,4,17] = 1331$	$X[6,1,1,12] = 611$	$X[1,3,1,23] = 343$	$X[3,3,4,22] = 1$
$X[2,3,3,18] = 1253$	$X[4,1,4,18] = 1903$	$X[6,1,2,18] = 17$	$X[1,3,1,24] = 1$	$X[4,1,3,22] = 1685$
$X[2,3,3,19] = 2185$	$X[4,2,1,18] = 1$	$X[6,1,2,19] = 3483$	$X[1,3,3,21] = 1$	$X[4,1,3,27] = 2773$
$X[2,4,2,12] = 1$	$X[4,2,4,17] = 1666$	$X[6,1,4,11] = 4013$	$X[1,3,3,23] = 405$	$X[4,2,1,22] = 3$
$X[2,4,3,11] = 1$	$X[4,2,4,18] = 1167$	$X[6,1,4,12] = 2381$	$X[1,3,3,25] = 1$	$X[4,2,3,21] = 2052$
$X[2,4,3,16] = 1949$	$X[4,3,1,18] = 1$	$X[6,1,4,14] = 3637$	$X[1,4,1,24] = 1871$	$X[4,2,3,22] = 1312$
$X[2,4,3,17] = 1015$	$X[4,3,4,17] = 1$	$X[6,1,4,16] = 3$	$X[2,1,4,23] = 692$	$X[4,2,3,26] = 3000$
$X[2,4,3,18] = 1182$	$X[4,3,4,18] = 1$	$X[6,2,1,11] = 3637$	$X[2,1,4,26] = 72$	$X[4,2,3,27] = 225$
$X[3,1,2,13] = 2249$	$X[4,4,1,18] = 4$	$X[6,2,2,18] = 1356$	$X[2,1,4,27] = 1$	$X[4,3,3,22] = 1$
$X[3,1,2,15] = 2281$	$X[4,4,4,18] = 21$	$X[6,2,2,19] = 1244$	$X[2,1,4,28] = 2435$	$X[4,3,3,27] = 1$
$X[3,1,4,13] = 2904$	$X[5,1,1,13] = 73$	$X[6,2,4,12] = 2347$	$X[2,2,4,22] = 1$	$X[4,4,3,27] = 1$
$X[3,1,4,14] = 621$	$X[5,1,1,15] = 15$	$X[6,2,4,16] = 4111$	$X[2,2,4,23] = 10$	$X[5,1,1,26] = 2230$

$X[5,1,2,23] = 4726$	$X[6,3,1,26] = 1$	$RC[1,26] = 4$	$RC[3,1] = 21$	$RC[4,4] = 0$	
$X[5,1,2,24] = 2928$	$X[6,3,1,27] = 4099$	$RC[1,27] = 0$	$RC[3,2] = 0$	$RC[4,5] = 0$	
$X[5,1,2,25] = 401$	$X[6,3,4,21] = 1586$	$RC[1,28] = 10$	$RC[3,3] = 1$	$RC[4,6] = 24$	
$X[5,1,2,26] = 2060$	$X[6,4,1,27] = 1$	$RC[2,1] = 4$	$RC[3,4] = 0$	$RC[4,7] = 15$	
$X[5,1,2,27] = 1998$	$X[6,4,1,28] = 27$	$RC[2,2] = 22$	$RC[3,5] = 0$	$RC[4,8] = 0$	
$X[5,2,1,26] = 2$	$X[6,4,4,21] = 2$	$RC[2,3] = 7$	$RC[3,6] = 11$	$RC[4,9] = 0$	
$X[5,2,2,23] = 1$	$RC[1,1] = 3$	$RC[2,4] = 5$	$RC[3,7] = 13$	$RC[4,10] = 0$	
$X[5,2,2,24] = 601$	$RC[1,2] = 15$	$RC[2,5] = 0$	$RC[3,8] = 0$	$RC[4,11] = 4$	
$X[5,2,2,25] = 3077$	$RC[1,3] = 0$	$RC[2,6] = 3$	$RC[3,9] = 0$	$RC[4,12] = 0$	
$X[5,2,2,26] = 2668$	$RC[1,4] = 14$	$RC[2,7] = 11$	$RC[3,10] = 7$	$RC[4,13] = 7$	
$X[5,2,2,27] = 1$	$RC[1,5] = 24$	$RC[2,8] = 11$	$RC[3,11] = 24$	$RC[4,14] = 0$	
$X[5,2,2,28] = 2625$	$RC[1,6] = 3$	$RC[2,9] = 3$	$RC[3,12] = 3$	$RC[4,15] = 11$	
$X[5,2,3,28] = 2222$	$RC[1,7] = 0$	$RC[2,10] = 0$	$RC[3,13] = 10$	$RC[4,16] = 7$	
$X[5,3,2,23] = 2$	$RC[1,8] = 7$	$RC[2,11] = 24$	$RC[3,14] = 10$	$RC[4,17] = 3$	
$X[5,3,2,24] = 1200$	$RC[1,9] = 3$	$RC[2,12] = 15$	$RC[3,15] = 10$	$RC[4,18] = 11$	
$X[5,3,2,25] = 1$	$RC[1,10] = 3$	$RC[2,13] = 7$	$RC[3,16] = 24$	$RC[4,19] = 3$	
$X[5,3,2,26] = 1$	$RC[1,11] = 7$	$RC[2,14] = 11$	$RC[3,17] = 15$	$RC[4,20] = 11$	
$X[5,3,2,27] = 2729$	$RC[1,12] = 0$	$RC[2,15] = 7$	$RC[3,18] = 15$	$RC[4,21] = 22$	
$X[5,3,2,28] = 2104$	$RC[1,13] = 7$	$RC[2,16] = 0$	$RC[3,19] = 24$	$RC[4,22] = 17$	
$X[5,3,3,28] = 2366$	$RC[1,14] = 0$	$RC[2,17] = 15$	$RC[3,20] = 15$	$RC[4,23] = 15$	
$X[5,4,2,25] = 1250$	$RC[1,15] = 32$	$RC[2,18] = 9$	$RC[3,21] = 0$	$RC[4,24] = 15$	
$X[5,4,2,27] = 1$	$RC[1,16] = 0$	$RC[2,19] = 10$	$RC[3,22] = 0$	$RC[4,25] = 15$	
$X[6,1,1,22] = 4297$	$RC[1,17] = 0$	$RC[2,20] = 24$	$RC[3,23] = 15$	$RC[4,26] = 15$	
$X[6,1,1,26] = 2213$	$RC[1,18] = 4$	$RC[2,21] = 3$	$RC[3,24] = 15$	$RC[4,27] = 15$	
$X[6,1,1,28] = 959$	$RC[1,19] = 15$	$RC[2,22] = 13$	$RC[3,25] = 0$	$RC[4,28] = 15$	
$X[6,1,4,21] = 6$	$RC[1,20] = 15$	$RC[2,23] = 10$	$RC[3,26] = 3$		
$X[6,2,1,22] = 145$	$RC[1,21] = 0$	$RC[2,24] = 10$	$RC[3,27] = 3$		
$X[6,2,1,26] = 1$	$RC[1,22] = 11$	$RC[2,25] = 10$	$RC[3,28] = 7$		
$X[6,2,1,27] = 629$	$RC[1,23] = 7$	$RC[2,26] = 0$	$RC[4,1] = 18$		
$X[6,2,1,28] = 3743$	$RC[1,24] = 15$	$RC[2,27] = 10$	$RC[4,2] = 24$		
$X[6,2,4,21] = 1787$	$RC[1,25] = 15$	$RC[2,28] = 10$	$RC[4,3] = 31$		

AQ[1,1,1,1] = 394	AQ[1,5,1,3] = 1495	AQ[4,3,4,6] = 196	AQ[8,3,3,3] = 1	AQ[2,1,3,19] = 21
AQ[1,1,1,3] = 1911	AQ[1,5,2,1] = 2800	AQ[4,3,4,9] = 240	AQ[8,3,3,6] = 2449	AQ[2,1,3,20] = 2364
AQ[1,1,1,6] = 490	AQ[1,5,2,3] = 3086	AQ[4,3,4,10] = 2012	AQ[8,3,4,6] = 540	AQ[2,1,4,18] = 1
AQ[1,1,1,7] = 322	AQ[1,5,3,1] = 1589	AQ[4,4,1,7] = 984	AQ[8,4,1,6] = 2	AQ[2,1,4,19] = 117
AQ[1,1,1,8] = 483	AQ[1,5,3,3] = 1	AQ[4,4,1,9] = 1	AQ[8,4,1,7] = 96	AQ[2,1,4,20] = 49
AQ[1,1,1,9] = 1997	AQ[1,5,4,1] = 15	AQ[4,4,1,10] = 1845	AQ[8,4,1,8] = 1	AQ[2,2,1,11] = 3500
AQ[1,1,1,10] = 1	AQ[1,6,1,7] = 2228	AQ[4,4,2,6] = 2	AQ[8,4,2,2] = 374	AQ[2,2,1,12] = 1000
AQ[1,1,2,1] = 521	AQ[1,6,2,8] = 1801	AQ[4,4,2,10] = 644	AQ[8,4,2,7] = 4918	AQ[2,2,2,11] = 1225
AQ[1,1,2,2] = 999	AQ[1,6,2,9] = 1400	AQ[4,4,3,10] = 3076	AQ[8,4,2,9] = 355	AQ[2,2,2,12] = 3556
AQ[1,1,2,6] = 2363	AQ[1,6,3,8] = 40	AQ[4,4,4,10] = 527	AQ[8,4,3,6] = 2	AQ[2,2,4,11] = 1
AQ[1,1,2,8] = 617	AQ[1,6,3,9] = 3329	AQ[5,2,2,2] = 1631	AQ[8,4,3,9] = 1	AQ[2,3,1,13] = 2
AQ[1,1,2,9] = 437	AQ[1,6,4,1] = 903	AQ[5,2,3,2] = 299	AQ[8,4,4,4] = 1794	AQ[2,3,1,19] = 2145
AQ[1,1,2,10] = 563	AQ[1,6,4,7] = 2466	AQ[5,2,3,3] = 1301	AQ[8,4,4,6] = 2	AQ[2,3,2,19] = 62
AQ[1,1,3,2] = 1365	AQ[1,6,4,8] = 2631	AQ[5,2,3,4] = 1354	AQ[8,4,4,8] = 3091	AQ[2,3,2,20] = 2799
AQ[1,1,3,5] = 13	AQ[3,4,1,2] = 98	AQ[5,2,4,1] = 457	AQ[8,5,1,6] = 704	AQ[2,3,3,17] = 1
AQ[1,1,3,6] = 585	AQ[3,4,1,3] = 1	AQ[5,2,4,3] = 3492	AQ[8,5,1,8] = 1	AQ[2,3,3,19] = 793
AQ[1,1,3,7] = 10	AQ[3,4,1,4] = 1	AQ[5,2,4,4] = 1	AQ[8,5,2,5] = 108	AQ[2,3,3,20] = 284
AQ[1,1,3,8] = 1335	AQ[3,4,1,5] = 2809	AQ[7,6,1,3] = 877	AQ[8,5,2,8] = 306	AQ[2,3,4,17] = 1
AQ[1,1,3,9] = 1	AQ[3,4,2,2] = 821	AQ[7,6,1,4] = 1029	AQ[8,5,3,5] = 1482	AQ[2,3,4,20] = 9
AQ[1,1,4,4] = 1	AQ[3,4,2,3] = 1	AQ[7,6,1,5] = 3665	AQ[8,5,3,6] = 144	AQ[3,1,1,15] = 1324
AQ[1,1,4,7] = 2097	AQ[3,4,2,5] = 283	AQ[7,6,2,4] = 3699	AQ[8,5,3,8] = 3483	AQ[3,1,1,16] = 4872
AQ[1,1,4,8] = 1	AQ[3,4,3,2] = 1704	AQ[7,6,3,1] = 1767	AQ[8,5,4,5] = 2832	AQ[3,1,1,17] = 123
AQ[1,1,4,9] = 1	AQ[3,4,3,3] = 4	AQ[7,6,3,5] = 1064	AQ[8,5,4,6] = 1653	AQ[3,1,2,13] = 2
AQ[1,2,1,2] = 1	AQ[3,4,3,4] = 1113	AQ[8,3,1,1] = 1574	AQ[8,5,4,8] = 798	AQ[3,1,2,15] = 1
AQ[1,2,1,3] = 1	AQ[3,4,4,3] = 1	AQ[8,3,1,2] = 1625	AQ[2,1,1,15] = 380	AQ[3,1,2,17] = 2313
AQ[1,2,1,4] = 3298	AQ[4,3,1,9] = 507	AQ[8,3,1,3] = 1	AQ[2,1,1,18] = 1	AQ[3,1,3,13] = 2
AQ[1,2,2,1] = 1	AQ[4,3,1,10] = 888	AQ[8,3,1,6] = 2805	AQ[2,1,1,19] = 499	AQ[3,1,3,15] = 1211
AQ[1,2,2,2] = 504	AQ[4,3,2,9] = 1283	AQ[8,3,2,1] = 1333	AQ[2,1,2,18] = 1518	AQ[3,1,4,15] = 1
AQ[1,2,2,5] = 2363	AQ[4,3,3,10] = 2384	AQ[8,3,2,3] = 1	AQ[2,1,2,19] = 1977	AQ[3,2,1,16] = 399
AQ[1,3,2,9] = 3612	AQ[4,3,4,2] = 1	AQ[8,3,2,6] = 1	AQ[2,1,2,20] = 2386	AQ[3,2,1,17] = 165
AQ[1,5,1,1] = 3600	AQ[4,3,4,3] = 1	AQ[8,3,3,2] = 1466	AQ[2,1,3,18] = 1	AQ[3,2,1,18] = 1

AQ[3,2,1,20] =2435	AQ[5,4,1,17] =1331	AQ[5,6,3,16] = 474	AQ[2,6,2,28] =3743	AQ[6,6,3,26] = 1
AQ[3,2,2,20] = 1	AQ[5,4,1,18] =2969	AQ[5,6,3,18] =3211	AQ[4,5,2,28] =4847	AQ[6,6,3,27] =4099
AQ[3,2,3,16] = 15	AQ[5,4,2,17] =1666	AQ[5,6,3,19] = 1	AQ[4,5,3,28] =4470	AQ[6,6,4,27] = 1
AQ[3,2,3,17] =3547	AQ[5,4,2,18] =1168	AQ[5,6,4,19] = 1	AQ[4,6,1,21] = 5	AQ[6,6,4,28] = 27
AQ[3,2,3,18] =1253	AQ[5,4,3,17] = 1	AQ[6,3,1,13] =4114	AQ[4,6,1,22] = 297	AQ[7,1,1,21] = 673
AQ[3,2,3,19] =2185	AQ[5,4,3,18] = 2	AQ[6,3,2,13] = 655	AQ[4,6,2,21] =1787	AQ[7,1,1,22] =464
AQ[3,2,4,16] =1949	AQ[5,4,4,18] = 25	AQ[6,3,4,13] = 2	AQ[4,6,2,22] = 145	AQ[7,1,1,24] =2999
AQ[3,2,4,17] =1015	AQ[5,5,1,14] = 1	AQ[8,6,1,11] =3941	AQ[4,6,3,21] =1586	AQ[7,1,1,25] = 1
AQ[3,2,4,18] =1182	AQ[5,5,1,15] =1201	AQ[8,6,2,11] =3637	AQ[4,6,4,21] = 2	AQ[7,1,2,24] = 1
AQ[3,3,1,13]=1035.	AQ[5,5,2,14] =4261	AQ[8,6,2,12] =2343	AQ[5,1,1,22] =1337	AQ[7,1,2,25] =4870
AQ[3,3,1,14] = 621	AQ[5,5,3,14] =3792	AQ[8,4,2,17] =4918	AQ[5,1,1,23] =2020	AQ[7,1,3,23] =331
AQ[3,3,1,15] =2281	AQ[5,5,3,15] =3544	AQ[8,4,2,19] = 355	AQ[5,1,2,23] =2031	AQ[7,1,3,24] = 1
AQ[3,3,2,14] =3092	AQ[5,5,4,14] =1404	AQ[8,4,3,16] = 2	AQ[5,1,3,21] =2364	AQ[7,1,3,25] = 1
AQ[3,3,2,15] =3092	AQ[5,5,4,15] = 1	AQ[8,4,3,19] = 1	AQ[5,1,3,23] =416	AQ[7,1,4,24] =1871
AQ[3,3,3,14] = 1	AQ[5,6,1,11] =3	AQ[8,4,4,14] =1794	AQ[5,3,1,21] = 42	AQ[7,2,1,23] = 692
AQ[3,3,3,15] = 2	AQ[5,6,1,16] = 3	AQ[8,4,4,16] = 2	AQ[5,3,1,22] =1658	AQ[7,2,1,26] = 72
AQ[3,3,4,15] = 1	AQ[5,6,1,18] = 17	AQ[8,4,4,18] =3091	AQ[5,3,2,21] = 602	AQ[7,2,1,27] = 1
AQ[3,5,1,13] =4800	AQ[5,6,1,19] =3483	AQ[8,5,1,16] = 704	AQ[5,3,2,22] =1867	AQ[7,2,1,28] =2435
AQ[3,5,2,11] = 1	AQ[5,6,2,16] =4111	AQ[8,5,1,18] = 1	AQ[5,3,3,21] =2960	AQ[7,2,2,22] = 1
AQ[3,5,2,12] =398	AQ[5,6,2,18] =1356	AQ[8,5,2,15] = 108	AQ[5,3,3,22] = 1	AQ[7,2,2,23] = 10
AQ[3,5,2,13] =3439	AQ[5,6,2,19] =1244	AQ[8,5,2,18] = 306	AQ[6,4,1,22] =1684	AQ[7,2,2,24] =1735
AQ[3,5,3,11] = 12	AQ[5,4,1,17] =1331	AQ[8,5,3,15] =1482	AQ[6,4,2,21] =2052	AQ[7,2,2,25] =2435
AQ[3,5,3,12] = 72	AQ[5,4,1,18] =2969	AQ[8,5,3,16] = 144	AQ[6,4,2,22] =1315	AQ[7,2,2,26] = 2
AQ[3,5,3,13] =1077	AQ[5,4,2,17] =1666	AQ[8,5,3,18] =3483	AQ[6,4,3,22] = 1	AQ[7,2,2,27] =2435
AQ[3,5,4,13] = 1	AQ[5,4,2,18] =1168	AQ[8,5,4,15] =2832	AQ[6,5,1,23] =3981	AQ[7,2,3,23] =1583
AQ[3,6,1,11] =1018	AQ[5,4,3,17] = 1	AQ[8,5,4,16] =1653	AQ[6,5,1,25] = 401	AQ[7,2,3,26] =2360
AQ[3,6,1,12] =2992	AQ[5,4,3,18] = 2	AQ[8,5,4,18] = 798	AQ[6,5,1,27] =1998	AQ[7,2,3,28] = 1
AQ[3,6,1,14] =3637	AQ[5,4,4,18] = 25	AQ[2,6,1,26] =2213	AQ[6,5,4,25] =1249	AQ[7,2,4,23] = 151
AQ[3,6,2,12] =3	AQ[5,5,1,14] = 1	AQ[2,6,1,28] = 959	AQ[6,5,4,27] = 1	AQ[7,2,4,24] = 701
AQ[3,6,3,11] = 421	AQ[5,5,1,15] =1201	AQ[2,6,2,26] = 1	AQ[6,6,2,27] =377	AQ[7,2,4,25] = 1
AQ[3,6,3,12] =4119	AQ[5,5,2,14] =4261	AQ[2,6,2,27] =251	AQ[6,6,3,23] = 1	AQ[7,2,4,26] = 2



AQ[7,4,1,27] =2773	RAQ[3,3] = 9000	SUR[5,5] = 3889	VAQ[5,6] = 1904	HP[5,2,28] = 1
AQ[7,4,2,26] =3000	RAQ[3,4] = 6000	SUR[7,2] = 4780	VAQ[6,3] = 271	HP[5,3,28] = 0
AQ[7,4,2,27] = 225	RAQ[3,5] = 8900	SUR[7,4] = 195	VAQ[6,4] = 252	HP[5,4,28] = 14045
AQ[7,4,3,27] = 1	RAQ[3,6] = 10900	SUR[7,5] = 3469	VAQ[6,5] = 630	HP[6,1,28] = 0
AQ[7,4,4,27] = 1	RAQ[4,3] = 5500	SUR[8,3] = 5338	VAQ[6,6] = 1506	HP[6,2,28] = 0
AQ[7,5,1,23] =744	RAQ[4,4] = 4900	SUR[8,5] = 1292	VAQ[7,1] = 1213	HP[6,3,28] = 4187
AQ[7,5,1,24] =2928	RAQ[4,5] =7260	SUR[8,6] = 5604	VAQ[7,2] = 2436	HP[6,4,28] = 15669
AQ[7,5,1,26] =4290	RAQ[4,6] = 7000	VAQ[1,1] = 8298	VAQ[7,4] = 5	VHBD[1,1] = 298
AQ[7,5,2,22] = 2	RAQ[5,1] =7343	VAQ[1,2] = 1668	VAQ[7,5] = 779	VHBD[1,2] = 191
AQ[7,5,2,23] = 1	RAQ[5,2] =3982	VAQ[1,3] = 712	VAQ[7,6] = 501	VHBD[1,3] = 170
AQ[7,5,2,24] = 601	RAQ[5,3] =6300	VAQ[1,5] = 2386	VAQ[8,3] = 958	VHBD[1,5] = 771
AQ[7,5,2,25] =3077	RAQ[5,4] = 6800	VAQ[1,6] = 5398	VAQ[8,4] = 2636	VHBD[1,6] = 2333
AQ[7,5,2,26] =2670	RAQ[5,5] = 10788	VAQ[2,1] = 5314	VAQ[8,5] = 3719	VHBD[2,1] = 404
AQ[7,5,2,27] = 1	RAQ[5,6] = 12000	VAQ[2,2] = 2682	VAQ[8,6] = 118	VHBD[2,2] = 318
AQ[7,5,3,23] = 2	RAQ[6,3] = 4500	VAQ[2,3] = 1096	HP[1,1,28] = 7	VHBD[2,3] = 232
AQ[7,5,3,24] =1200	RAQ[6,4] = 4800	VAQ[2,6] = 967	HP[1,2,28] = 1	VHBD[2,6] = 209
AQ[7,5,3,25] = 1	RAQ[6,5] = 7000	VAQ[3,1] = 1849	HP[1,3,28] = 3587	VHBD[3,2] = 1145
AQ[7,5,3,26] = 1	RAQ[6,6] = 3000	VAQ[3,2] = 6618	HP[1,4,28] = 6361	VHBD[3,4] = 156
AQ[7,5,3,27] =2729	RAQ[7,1] = 10000	VAQ[3,3] = 1125	HP[2,1,28] = 0	VHBD[3,5] = 44
AQ[7,5,4,25] = 10	RAQ[7,2] =12180	VAQ[3,4] = 836	HP[2,2,28] = 0	VHBD[4,3] = 293
RAQ[1,1] = 8200	RAQ[7,4] = 5995	VAQ[3,5] = 900	HP[2,3,28] = 2	VHBD[4,4] = 279
RAQ[1,2] = 4500	RAQ[7,5] = 17469	VAQ[3,6] = 1290	HP[2,4,28] = 4997	VHBD[4,5] = 677
RAQ[1,3] = 2900	RAQ[7,6] = 11600	VAQ[4,3] = 2012	HP[3,1,28] = 0	VHBD[5,2] = 1118
RAQ[1,5] = 10200	RAQ[8,3] = 10838	VAQ[4,4] = 2179	HP[3,2,28] = 3	VHBD[5,3] = 53
RAQ[1,6] = 9400	RAQ[8,4] = 8000	VAQ[4,5] = 2056	HP[3,3,28] = 7258	VHBD[5,5] = 1265
RAQ[2,1] = 4000	RAQ[8,5] = 7791	VAQ[4,6] = 822	HP[3,4,28] = 10996	VHBD[5,6] = 680
RAQ[2,2] = 6600	RAQ[8,6] = 9803	VAQ[5,1] = 825	HP[4,1,28] = 3	VHBD[6,6] = 846
RAQ[2,3] = 5000	SUR[3,2] = 529	VAQ[5,2] = 4553	HP[4,2,28] = 5	VHBD[7,1] = 749
RAQ[2,6] = 6200	SUR[4,5] = 3261	VAQ[5,3] = 829	HP[4,3,28] = 11395	VHBD[7,2] = 1220
RAQ[3,1] = 8000	SUR[5,1] = 43	VAQ[5,4] = 362	HP[4,4,28] = 10159	VHBD[7,4] = 5
RAQ[3,2] =7528	SUR[5,2] = 482	VAQ[5,5] = 3415	HP[5,1,28] = 2	VHBD[7,5] = 779

註 : $a[p,m,t] = \delta_{p,m,t}$ 、 $b[p,m,t] = \psi_{p,m,t}$ 、 $c[p,m,t] = \gamma_{p,m,t}$ 、 $d[p,m,t] = \phi_{p,m,t}$

VHBD[7,6] = 501	a[3,2,9] = 1	a[6,4,6] = 1	a[3,4,14] = 1	a[1,1,25] = 1	a[5,1,26] = 1
VHBD[8,3] = 155	a[3,3,1] = 1	a[6,4,7] = 1	a[3,4,15] = 1	a[1,2,24] = 1	a[5,1,27] = 1
VHBD[8,4] = 1659	a[3,3,2] = 1	a[6,4,8] = 1	a[3,4,16] = 1	a[1,2,25] = 1	a[5,1,28] = 1
VHBD[8,5] = 2399	a[3,3,3] = 1	a[6,4,9] = 1	a[3,4,17] = 1	a[1,2,26] = 1	a[5,3,21] = 1
VHBD[8,6] = 119	a[3,3,4] = 1	a[6,4,10] = 1	a[3,4,19] = 1	a[1,2,27] = 1	a[5,3,25] = 1
a[1,1,4] = 1	a[3,3,10] = 1	a[1,1,15] = 1	a[3,4,20] = 1	a[1,2,28] = 1	a[5,3,26] = 1
a[1,3,4] = 1	a[4,1,4] = 1	a[1,1,16] = 1	a[4,1,17] = 1	a[1,3,21] = 1	a[5,3,27] = 1
a[1,3,5] = 1	a[4,1,5] = 1	a[1,1,18] = 1	a[4,1,18] = 1	a[1,3,22] = 1	a[5,3,28] = 1
a[1,3,6] = 1	a[4,1,6] = 1	a[1,1,19] = 1	a[4,4,17] = 1	a[1,3,24] = 1	a[6,1,27] = 1
a[1,3,7] = 1	a[4,1,7] = 1	a[1,1,20] = 1	a[4,4,18] = 1	a[2,2,27] = 1	a[6,2,21] = 1
a[1,3,8] = 1	a[4,2,1] = 1	a[1,2,13] = 1	a[4,4,19] = 1	a[2,4,21] = 1	a[6,2,28] = 1
a[1,3,9] = 1	a[4,2,2] = 1	a[1,2,15] = 1	a[5,1,13] = 1	a[2,4,22] = 1	a[6,4,21] = 1
a[1,3,10] = 1	a[4,2,3] = 1	a[1,2,16] = 1	a[5,1,14] = 1	a[2,4,23] = 1	a[6,4,22] = 1
a[1,4,1] = 1	a[4,2,4] = 1	a[1,2,17] = 1	a[5,1,15] = 1	a[2,4,24] = 1	a[6,4,23] = 1
a[1,4,2] = 1	a[4,2,5] = 1	a[1,2,18] = 1	a[5,3,12] = 1	a[2,4,25] = 1	b[1,1,4] = 1
a[1,4,3] = 1	a[4,2,6] = 1	a[1,2,20] = 1	a[5,3,13] = 1	a[2,4,26] = 1	b[1,3,4] = 1
a[1,4,6] = 1	a[4,2,7] = 1	a[1,3,19] = 1	a[5,3,14] = 1	a[2,4,27] = 1	b[1,4,1] = 1
a[2,1,1] = 1	a[4,2,8] = 1	a[1,4,13] = 1	a[5,3,15] = 1	a[2,4,28] = 1	b[1,4,3] = 1
a[2,1,2] = 1	a[4,2,9] = 1	a[2,1,17] = 1	a[5,3,16] = 1	a[3,1,24] = 1	b[1,4,6] = 1
a[2,1,3] = 1	a[4,2,10] = 1	a[2,2,11] = 1	a[5,4,11] = 1	a[3,3,21] = 1	b[2,1,1] = 1
a[2,1,5] = 1	a[4,4,10] = 1	a[2,2,12] = 1	a[6,1,11] = 1	a[3,3,22] = 1	b[2,1,5] = 1
a[2,1,7] = 1	a[5,1,1] = 1	a[2,3,11] = 1	a[6,1,12] = 1	a[3,3,23] = 1	b[2,1,7] = 1
a[2,1,8] = 1	a[5,1,8] = 1	a[2,3,12] = 1	a[6,2,18] = 1	a[3,3,24] = 1	b[2,2,3] = 1
a[2,1,9] = 1	a[5,2,1] = 1	a[2,3,16] = 1	a[6,2,19] = 1	a[3,3,25] = 1	b[2,2,4] = 1
a[2,1,10] = 1	a[5,3,3] = 1	a[2,3,17] = 1	a[6,2,20] = 1	a[3,4,21] = 1	b[2,3,4] = 1
a[2,2,3] = 1	a[5,3,5] = 1	a[2,3,18] = 1	a[6,4,11] = 1	a[4,2,21] = 1	b[3,1,6] = 1
a[2,2,4] = 1	a[5,3,6] = 1	a[2,3,19] = 1	a[6,4,12] = 1	a[4,2,22] = 1	b[3,1,9] = 1
a[2,3,4] = 1	a[6,3,5] = 1	a[2,3,20] = 1	a[6,4,14] = 1	a[4,2,23] = 1	b[3,1,10] = 1
a[3,1,6] = 1	a[6,4,1] = 1	a[3,2,13] = 1	a[6,4,16] = 1	a[4,2,24] = 1	b[3,2,6] = 1
a[3,1,9] = 1	a[6,4,3] = 1	a[3,2,14] = 1	a[1,1,21] = 1	a[4,2,26] = 1	b[3,2,9] = 1
a[3,1,10] = 1	a[6,4,4] = 1	a[3,2,15] = 1	a[1,1,22] = 1	a[5,1,24] = 1	b[3,3,1] = 1
a[3,2,6] = 1	a[6,4,5] = 1	a[3,4,13] = 1	a[1,1,23] = 1	a[5,1,25] = 1	b[3,3,10] = 1



b[4,1,4] = 1	b[6,1,11] = 1	b[4,2,26] = 1	c[4,2,3] = 1	c[2,3,19] = 1	c[1,2,25] = 1	d[1,3,6] = 1
b[4,1,7] = 1	b[6,2,18] = 1	b[5,1,24] = 1	c[4,2,4] = 1	c[2,3,20] = 1	c[1,2,26] = 1	d[1,3,7] = 1
b[4,2,1] = 1	b[6,4,11] = 1	b[5,3,21] = 1	c[4,2,5] = 1	c[3,2,13] = 1	c[1,2,27] = 1	d[1,3,8] = 1
b[4,4,10] = 1	b[6,4,14] = 1	b[5,3,25] = 1	c[4,2,6] = 1	c[3,2,14] = 1	c[1,2,28] = 1	d[1,3,9] = 1
b[5,1,1] = 1	b[6,4,16] = 1	b[6,1,27] = 1	c[4,2,7] = 1	c[3,2,15] = 1	c[2,4,21] = 1	d[1,4,2] = 1
b[5,1,8] = 1	b[1,1,21] = 1	b[6,2,21] = 1	c[4,2,8] = 1	c[3,4,13] = 1	c[2,4,22] = 1	d[2,1,1] = 1
b[5,2,1] = 1	b[1,1,25] = 1	b[6,2,28] = 1	c[4,2,9] = 1	c[3,4,14] = 1	c[2,4,23] = 1	d[2,1,2] = 1
b[5,3,3] = 1	b[1,2,24] = 1	b[6,4,21] = 1	c[4,2,10] = 1	c[3,4,15] = 1	c[2,4,24] = 1	d[2,1,3] = 1
b[5,3,5] = 1	b[1,3,21] = 1	b[6,4,22] = 1	c[5,1,1] = 1	c[3,4,16] = 1	c[2,4,25] = 1	d[2,1,7] = 1
b[5,3,6] = 1	b[1,3,22] = 1	b[6,4,23] = 1	c[5,2,1] = 1	c[3,4,17] = 1	c[2,4,26] = 1	d[2,1,8] = 1
b[6,3,5] = 1	b[1,3,24] = 1	c[1,3,5] = 1	c[6,4,1] = 1	c[3,4,20] = 1	c[2,4,27] = 1	d[2,1,9] = 1
b[6,4,1] = 1	b[2,2,27] = 1	c[1,3,6] = 1	c[6,4,3] = 1	c[4,1,17] = 1	c[2,4,28] = 1	d[3,1,6] = 1
b[1,1,15] = 1	b[2,4,21] = 1	c[1,3,7] = 1	c[6,4,4] = 1	c[4,1,18] = 1	c[3,3,22] = 1	d[3,1,10] = 1
b[1,1,18] = 1	b[3,1,24] = 1	c[1,3,8] = 1	c[6,4,5] = 1	c[4,4,18] = 1	c[3,3,23] = 1	d[3,3,1] = 1
b[1,2,13] = 1	b[3,3,21] = 1	c[1,3,9] = 1	c[6,4,6] = 1	c[4,4,19] = 1	c[3,3,24] = 1	d[3,3,2] = 1
b[1,2,15] = 1	b[3,4,21] = 1	c[1,3,10] = 1	c[6,4,7] = 1	c[5,1,13] = 1	c[3,3,25] = 1	d[3,3,3] = 1
b[1,2,20] = 1	b[4,2,21] = 1	c[1,4,2] = 1	c[6,4,8] = 1	c[5,1,14] = 1	c[4,2,22] = 1	d[3,3,10] = 1
b[1,3,19] = 1	b[4,2,26] = 1	c[2,1,2] = 1	c[6,4,9] = 1	c[5,1,15] = 1	c[4,2,23] = 1	d[4,1,4] = 1
b[1,4,13] = 1	b[5,1,24] = 1	c[2,1,3] = 1	c[6,4,10] = 1	c[5,3,13] = 1	c[4,2,24] = 1	d[4,1,5] = 1
b[2,1,17] = 1	b[5,3,21] = 1	c[2,1,7] = 1	c[1,1,16] = 1	c[5,3,14] = 1	c[5,1,24] = 1	d[4,2,1] = 1
b[2,2,11] = 1	b[5,3,25] = 1	c[2,1,8] = 1	c[1,1,19] = 1	c[5,3,15] = 1	c[5,1,25] = 1	d[4,2,2] = 1
b[2,3,11] = 1	b[6,1,27] = 1	c[2,1,9] = 1	c[1,1,20] = 1	c[5,3,16] = 1	c[5,1,26] = 1	d[4,2,3] = 1
b[2,3,16] = 1	b[6,2,21] = 1	c[2,1,10] = 1	c[1,2,16] = 1	c[6,1,11] = 1	c[5,1,27] = 1	d[4,2,4] = 1
b[3,2,13] = 1	b[6,2,28] = 1	c[3,3,1] = 1	c[1,2,17] = 1	c[6,1,12] = 1	c[5,1,28] = 1	d[4,2,5] = 1
b[3,4,13] = 1	b[6,4,21] = 1	c[3,3,2] = 1	c[1,2,18] = 1	c[6,2,19] = 1	c[5,3,21] = 1	d[4,2,6] = 1
b[3,4,19] = 1	b[6,4,22] = 1	c[3,3,3] = 1	c[2,2,11] = 1	c[6,2,20] = 1	c[5,3,26] = 1	d[4,2,7] = 1
b[4,1,17] = 1	b[6,4,23] = 1	c[3,3,4] = 1	c[2,2,12] = 1	c[6,4,11] = 1	c[5,3,27] = 1	d[4,2,8] = 1
b[4,4,17] = 1	b[3,1,24] = 1	c[4,1,4] = 1	c[2,3,11] = 1	c[6,4,12] = 1	c[5,3,28] = 1	d[4,2,9] = 1
b[5,1,13] = 1	b[3,3,21] = 1	c[4,1,5] = 1	c[2,3,12] = 1	c[1,1,21] = 1	c[6,2,21] = 1	d[4,2,10] = 1
b[5,3,12] = 1	b[3,4,21] = 1	c[4,1,6] = 1	c[2,3,17] = 1	c[1,1,22] = 1	d[1,3,4] = 1	d[6,4,1] = 1
b[5,4,11] = 1	b[4,2,21] = 1	c[4,2,2] = 1	c[2,3,18] = 1	c[1,1,23] = 1	d[1,3,5] = 1	d[6,4,3] = 1



$d[6,4,4] = 1$	$d[4,1,17] = 1$	$d[3,3,21] = 1$	$U[3,3] = 1$	$U[8,4] = 1$		
$d[6,4,5] = 1$	$d[4,4,17] = 1$	$d[3,3,22] = 1$	$U[3,4] = 1$	$U[8,5] = 1$		
$d[6,4,6] = 1$	$d[4,4,18] = 1$	$d[3,3,23] = 1$	$U[3,5] = 1$	$U[8,6] = 1$		
$d[6,4,7] = 1$	$d[5,1,13] = 1$	$d[3,3,24] = 1$	$U[3,6] = 1$			
$d[6,4,8] = 1$	$d[5,1,14] = 1$	$d[4,2,21] = 1$	$U[4,1] = 1$			
$d[6,4,9] = 1$	$d[5,3,12] = 1$	$d[4,2,22] = 1$	$U[4,2] = 1$			
$d[6,4,10] = 1$	$d[5,3,13] = 1$	$d[4,2,23] = 1$	$U[4,3] = 1$			
$d[1,1,15] = 1$	$d[5,3,14] = 1$	$d[5,1,24] = 1$	$U[4,4] = 1$			
$d[1,1,16] = 1$	$d[5,3,15] = 1$	$d[5,1,25] = 1$	$U[4,5] = 1$			
$d[1,1,18] = 1$	$d[6,1,11] = 1$	$d[5,1,26] = 1$	$U[4,6] = 1$			
$d[1,1,19] = 1$	$d[6,1,12] = 1$	$d[5,1,27] = 1$	$U[5,1] = 1$			
$d[1,1,20] = 1$	$d[6,2,18] = 1$	$d[5,1,28] = 1$	$U[5,2] = 1$			
$d[1,2,15] = 1$	$d[6,2,19] = 1$	$d[5,3,25] = 1$	$U[5,3] = 1$			
$d[1,2,16] = 1$	$d[6,2,20] = 1$	$d[5,3,26] = 1$	$U[5,4] = 1$			
$d[1,2,17] = 1$	$d[6,4,11] = 1$	$d[5,3,27] = 1$	$U[5,5] = 1$			
$d[2,2,11] = 1$	$d[6,4,12] = 1$	$d[5,3,28] = 1$	$U[5,6] = 1$			
$d[2,2,12] = 1$	$d[1,1,21] = 1$	$d[6,2,28] = 1$	$U[6,1] = 1$			
$d[2,3,11] = 1$	$d[1,1,22] = 1$	$U[1,1] = 1$	$U[6,2] = 1$			
$d[2,3,16] = 1$	$d[1,1,23] = 1$	$U[1,2] = 1$	$U[6,3] = 1$			
$d[2,3,17] = 1$	$d[1,2,24] = 1$	$U[1,3] = 1$	$U[6,4] = 1$			
$d[2,3,18] = 1$	$d[1,2,25] = 1$	$U[1,4] = 1$	$U[6,5] = 1$			
$d[2,3,19] = 1$	$d[1,2,26] = 1$	$U[1,5] = 1$	$U[6,6] = 1$			
$d[2,3,20] = 1$	$d[1,2,27] = 1$	$U[1,6] = 1$	$U[7,1] = 1$			
$d[3,2,13] = 1$	$d[2,4,21] = 1$	$U[2,1] = 1$	$U[7,2] = 1$			
$d[3,2,14] = 1$	$d[2,4,22] = 1$	$U[2,2] = 1$	$U[7,3] = 1$			
$d[3,4,13] = 1$	$d[2,4,23] = 1$	$U[2,3] = 1$	$U[7,4] = 1$			
$d[3,4,14] = 1$	$d[2,4,24] = 1$	$U[2,4] = 1$	$U[7,5] = 1$			
$d[3,4,15] = 1$	$d[2,4,25] = 1$	$U[2,5] = 1$	$U[7,6] = 1$			
$d[3,4,16] = 1$	$d[2,4,26] = 1$	$U[2,6] = 1$	$U[8,1] = 1$			
$d[3,4,19] = 1$	$d[2,4,27] = 1$	$U[3,1] = 1$	$U[8,2] = 1$			
$d[3,4,20] = 1$	$d[2,4,28] = 1$	$U[3,2] = 1$	$U[8,3] = 1$			

附錄 B 以案例二資料利用瓶頸工作站排程和配貨機制求得之結果

X[1,1,1,1] = 1473	X[3,4,3,4] = 423	X[6,3,2,1] = 500	AQ[2,6,3,4] = 900	RAQ[1,4] = 6997
X[1,1,3,1] = 1024	X[4,1,2,5] = 909	X[6,3,2,4] = 141	AQ[2,6,4,4] = 600	RAQ[1,5] = 2950
X[1,1,3,2] = 1003	X[4,1,4,5] = 3089	X[6,4,2,1] = 400	AQ[3,3,1,1] = 1500	RAQ[2,2] = 7532
X[1,2,1,1] = 561	X[4,2,2,5] = 2090	X[6,4,2,4] = 600	AQ[3,3,1,2] = 709	RAQ[2,6] = 6000
X[1,2,3,1] = 839	X[4,2,4,4] = 1106	AQ[1,1,1,1] = 2497	AQ[3,3,1,3] = 2791	RAQ[3,3] = 9994
X[1,2,3,2] = 800	X[4,2,4,5] = 1	AQ[1,1,1,2] = 1003	AQ[3,3,2,1] = 1498	RAQ[3,5] = 6000
X[1,3,1,1] = 1	X[4,3,2,5] = 1	AQ[1,1,2,1] = 1400	AQ[3,3,2,2] = 598	RAQ[4,5] = 5500
X[1,3,3,1] = 499	X[4,3,4,4] = 1183	AQ[1,1,2,2] = 800	AQ[3,3,2,4] = 2204	RAQ[4,6] = 5000
X[1,4,3,1] = 1	X[4,3,4,5] = 1	AQ[1,1,3,1] = 500	AQ[3,3,3,1] = 2	US[1,1] = 1775
X[2,1,1,3] = 1	X[4,4,4,5] = 1	AQ[1,1,4,1] = 1	AQ[3,3,3,3] = 209	US[1,4] = 2
X[2,1,4,2] = 1894	X[5,1,1,5] = 4174	AQ[1,4,1,5] = 3998	AQ[3,3,3,4] = 1083	US[1,5] = 549
X[2,1,4,3] = 2304	X[5,1,2,1] = 844	AQ[1,4,2,4] = 1106	AQ[3,3,4,4] = 423	US[2,2] = 467
X[2,2,1,2] = 1790	X[5,1,2,3] = 2482	AQ[1,4,2,5] = 2091	AQ[3,5,1,1] = 181	US[3,3] = 5
X[2,2,1,3] = 2360	X[5,2,1,5] = 252	AQ[1,4,3,4] = 1183	AQ[3,5,1,5] = 4174	VAQ[1,1] = 1976
X[2,2,4,3] = 50	X[5,2,2,1] = 208	AQ[1,4,3,5] = 2	AQ[3,5,2,3] = 1248	VAQ[1,4] = 1384
X[2,3,1,1] = 256	X[5,2,2,2] = 3792	AQ[1,4,4,5] = 1	AQ[3,5,2,5] = 252	VAQ[1,5] = 531
X[2,3,1,2] = 643	X[5,2,2,3] = 1248	AQ[1,5,1,3] = 2482	AQ[3,5,4,1] = 397	VAQ[2,2] = 1853
X[2,3,1,3] = 1	X[5,3,2,1] = 599	AQ[1,5,3,3] = 999	AQ[3,5,4,4] = 3	VAQ[2,6] = 1416
X[2,4,1,2] = 3	X[5,3,2,2] = 501	AQ[1,5,3,4] = 1	AQ[3,5,4,5] = 162	VAQ[3,3] = 1022
X[2,4,1,3] = 1	X[5,3,2,3] = 999	AQ[2,2,1,2] = 1894	AQ[4,5,1,1] = 662	VAQ[3,5] = 418
X[2,4,4,3] = 82	X[5,3,2,4] = 1	AQ[2,2,1,3] = 2305	AQ[4,5,2,1] = 208	VAQ[4,5] = 700
X[3,1,3,2] = 709	X[5,4,1,4] = 3	AQ[2,2,2,2] = 1790	AQ[4,5,2,2] = 3792	VAQ[4,6] = 2084
X[3,1,3,3] = 2791	X[5,4,1,5] = 162	AQ[2,2,2,3] = 2410	AQ[4,5,3,1] = 599	HP[1,1,0] = 1000
X[3,1,4,1] = 1500	X[5,4,2,1] = 399	AQ[2,2,3,1] = 256	AQ[4,5,3,2] = 501	HP[1,1,1] = 3
X[3,2,3,2] = 2	X[5,4,2,2] = 436	AQ[2,2,3,2] = 643	AQ[4,5,4,1] = 2	HP[1,2,0] = 800
X[3,2,3,4] = 1586	X[6,1,1,4] = 3688	AQ[2,2,3,3] = 1	AQ[4,5,4,2] = 436	HP[1,3,0] = 300
X[3,2,4,1] = 1498	X[6,1,2,1] = 496	AQ[2,2,4,2] = 3	AQ[4,6,1,4] = 4194	HP[1,4,0] = 200
X[3,2,4,2] = 596	X[6,1,2,4] = 1616	AQ[2,2,4,3] = 83	AQ[4,6,2,1] = 1000	HP[1,4,1] = 299
X[3,2,4,4] = 618	X[6,2,2,1] = 1000	AQ[2,6,1,1] = 496	AQ[4,6,2,4] = 989	HP[1,4,2] = 299
X[3,3,3,3] = 209	X[6,2,2,4] = 989	AQ[2,6,1,4] = 1109	AQ[4,6,3,1] = 500	HP[1,4,3] = 299
X[3,3,3,4] = 1083	X[6,2,3,5] = 4311	AQ[2,6,2,5] = 4311	AQ[4,6,4,1] = 400	HP[1,4,4] = 299

VHBD[1,4] = 326	a[6,1,3] = 1	c[3,4,1] = 1	U[1,2] = 1	RC[3,3] = 3
VHBD[1,5] = 133	a[6,1,4] = 1	c[3,4,2] = 1	U[1,3] = 1	RC[3,4] = 11
VHBD[2,2] = 49	a[6,2,1] = 1	c[3,4,4] = 1	U[1,6] = 1	RC[3,5] = 4716
VHBD[2,6] = 329	a[6,2,4] = 1	c[4,4,5] = 1	U[2,1] = 1	RC[4,1] = 3
VHBD[4,5] = 590	a[6,3,3] = 1	c[5,1,5] = 1	U[2,3] = 1	RC[4,2] = 5
a[1,1,1] = 1	a[6,3,5] = 1	c[5,2,2] = 1	U[2,4] = 1	RC[4,3] = 15
a[1,3,1] = 1	b[1,1,1] = 1	c[5,2,3] = 1	U[2,5] = 1	RC[4,4] = 21
a[1,3,2] = 1	b[1,3,1] = 1	c[5,2,4] = 1	U[2,6] = 1	RC[4,5] = 11
a[2,1,1] = 1	b[2,1,1] = 1	c[5,2,5] = 1	U[3,1] = 1	
a[2,1,2] = 1	b[2,1,5] = 1	c[6,1,4] = 1	U[3,2] = 1	
a[2,1,3] = 1	b[2,4,2] = 1	c[6,2,1] = 1	U[3,4] = 1	
a[2,1,5] = 1	b[3,3,2] = 1	d[1,3,1] = 1	U[3,5] = 1	
a[2,4,2] = 1	b[3,4,1] = 1	d[2,1,1] = 1	U[3,6] = 1	
a[2,4,3] = 1	b[3,4,4] = 1	d[2,1,2] = 1	U[4,1] = 1	
a[3,3,2] = 1	b[4,2,5] = 1	d[2,4,2] = 1	U[4,2] = 1	
a[3,3,3] = 1	b[4,4,4] = 1	d[2,4,3] = 1	U[4,3] = 1	
a[3,3,4] = 1	b[5,1,4] = 1	d[3,3,2] = 1	U[4,4] = 1	
a[3,3,5] = 1	b[5,2,1] = 1	d[3,3,3] = 1	U[4,5] = 1	
a[3,4,1] = 1	b[6,1,3] = 1	d[3,3,4] = 1	U[4,6] = 1	
a[3,4,2] = 1	b[6,2,1] = 1	d[3,4,1] = 1	RC[1,1] = 0	
a[3,4,4] = 1	b[6,2,4] = 1	d[4,4,4] = 1	RC[1,2] = 15	
a[4,2,5] = 1	b[6,3,3] = 1	d[4,4,5] = 1	RC[1,3] = 24	
a[4,4,4] = 1	b[6,3,5] = 1	d[5,1,4] = 1	RC[1,4] = 2353	
a[4,4,5] = 1	c[1,3,1] = 1	d[5,1,5] = 1	RC[1,5] = 7	
a[5,1,4] = 1	c[1,3,2] = 1	d[5,2,1] = 1	RC[2,1] = 13	
a[5,1,5] = 1	c[2,1,1] = 1	d[5,2,2] = 1	RC[2,2] = 10	
a[5,2,1] = 1	c[2,1,2] = 1	d[5,2,3] = 1	RC[2,3] = 10	
a[5,2,2] = 1	c[2,1,3] = 1	d[5,2,4] = 1	RC[2,4] = 21104	
a[5,2,3] = 1	c[2,4,3] = 1	d[5,2,5] = 1	RC[2,5] = 3	
a[5,2,4] = 1	c[3,3,3] = 1	d[6,1,3] = 1	RC[3,1] = 24	
a[5,2,5] = 1	c[3,3,4] = 1	d[6,3,5] = 1	RC[3,2] = 18	

**附錄 C 以案例二資料利用 3.3.3 節新增 LCD 半成品來料數學規劃模式
求得之結果**

X[1,1,1,2] = 1832	X[4,2,3,3] = 2907	X[6,2,3,4] = 2667	NAR[5,3,5] = 1	AQ[3,3,3,4] = 1295
X[1,1,3,1] = 2293	X[4,3,1,5] = 92	X[6,2,3,5] = 3185	AQ[1,1,1,1] = 2293	AQ[3,3,4,3] = 58
X[1,2,1,2] = 531	X[4,3,2,5] = 1091	X[6,3,1,3] = 1	AQ[1,1,1,2] = 1832	AQ[3,3,4,4] = 231
X[1,2,3,1] = 2	X[4,3,3,3] = 1	X[6,3,1,4] = 1	AQ[1,1,2,1] = 2	AQ[3,5,1,1] = 15
X[1,2,3,2] = 2281	X[5,1,4,1] = 3900	X[6,3,3,4] = 446	AQ[1,1,2,2] = 2812	AQ[3,5,1,5] = 484
X[1,3,3,1] = 68	X[5,1,4,2] = 518	X[6,4,1,3] = 1	AQ[1,1,3,1] = 68	AQ[3,5,2,3] = 1438
X[1,3,3,2] = 82	X[5,1,4,4] = 2998	X[6,4,1,4] = 1	AQ[1,1,3,2] = 82	AQ[3,5,2,4] = 1
X[2,1,1,1] = 2291	X[5,1,4,5] = 484	X[6,4,1,5] = 786	AQ[1,4,1,3] = 92	AQ[3,5,2,5] = 4243
X[2,1,2,2] = 389	X[5,2,1,3] = 1438	X[6,4,3,5] = 1	AQ[1,4,1,5] = 3906	AQ[3,5,3,5] = 1
X[2,1,4,2] = 1881	X[5,2,4,1] = 16	NAR[1,1,1] = 1	AQ[1,4,2,3] = 2907	AQ[3,5,4,3] = 374
X[2,2,2,1] = 2363	X[5,2,4,2] = 2	NAR[1,1,2] = 699	AQ[1,4,2,5] = 293	AQ[3,5,4,4] = 623
X[2,2,2,2] = 1962	X[5,2,4,4] = 1	NAR[1,2,1] = 613	AQ[1,4,3,3] = 1	AQ[3,5,4,5] = 1
X[2,2,4,2] = 1	X[5,2,4,5] = 4243	NAR[1,2,2] = 1	AQ[1,4,3,5] = 1183	AQ[4,5,1,1] = 3884
X[2,3,2,2] = 85	X[5,3,1,3] = 12	NAR[2,1,1] = 215	AQ[1,5,1,4] = 2998	AQ[4,5,1,2] = 518
X[2,3,2,3] = 873	X[5,3,4,1] = 672	NAR[2,1,2] = 168	AQ[1,5,3,3] = 12	AQ[4,5,2,1] = 16
X[2,3,4,2] = 1	X[5,3,4,2] = 411	NAR[2,1,3] = 1	AQ[1,5,3,4] = 1107	AQ[4,5,2,2] = 2
X[3,1,1,4] = 1471	X[5,3,4,4] = 1107	NAR[2,2,1] = 124	AQ[2,2,1,1] = 2291	AQ[4,5,3,1] = 672
X[3,1,2,3] = 575	X[5,3,4,5] = 1	NAR[2,2,2] = 2	AQ[2,2,1,2] = 2270	AQ[4,5,3,2] = 411
X[3,1,2,4] = 1	X[5,4,1,3] = 374	NAR[2,3,1] = 172	AQ[2,2,2,1] = 2363	AQ[4,5,4,2] = 2
X[3,1,4,3] = 3000	X[5,4,4,2] = 2	NAR[3,1,1] = 5	AQ[2,2,2,2] = 1963	AQ[4,6,1,2] = 1
X[3,2,1,4] = 1	X[5,4,4,4] = 623	NAR[3,1,3] = 43	AQ[2,2,3,2] = 86	AQ[4,6,1,3] = 1436
X[3,2,2,3] = 1258	X[5,4,4,5] = 1	NAR[3,1,4] = 2	AQ[2,2,3,3] = 873	AQ[4,6,1,4] = 1478
X[3,2,2,4] = 3089	X[6,1,1,2] = 1	NAR[3,2,1] = 48	AQ[2,6,1,3] = 1325	AQ[4,6,2,3] = 1
X[3,3,1,4] = 1295	X[6,1,1,3] = 2761	NAR[3,3,1] = 2	AQ[2,6,1,5] = 1560	AQ[4,6,2,4] = 2668
X[3,3,2,3] = 1	X[6,1,1,4] = 3	NAR[4,2,5] = 3	AQ[2,6,2,5] = 3186	AQ[4,6,3,3] = 1
X[3,4,1,4] = 229	X[6,1,1,5] = 158	NAR[5,1,1] = 400	AQ[2,6,4,5] = 787	AQ[4,6,3,4] = 447
X[3,4,2,3] = 58	X[6,1,3,4] = 1475	NAR[5,2,1] = 199	AQ[3,3,1,3] = 3575	AQ[4,6,4,3] = 1
X[3,4,2,4] = 2	X[6,1,3,5] = 1402	NAR[5,2,2] = 1	AQ[3,3,1,4] = 1472	AQ[4,6,4,4] = 1
X[4,1,1,5] = 1997	X[6,2,1,3] = 1	NAR[5,3,1] = 72	AQ[3,3,2,3] = 1258	RAQ[1,1] = 4958
X[4,1,2,5] = 1909	X[6,2,1,4] = 1	NAR[5,3,3] = 18	AQ[3,3,2,4] = 3090	RAQ[1,4] = 6999
X[4,1,3,3] = 92	X[6,2,1,5] = 1	NAR[5,3,4] = 12	AQ[3,3,3,3] = 1	RAQ[1,5] = 3500

RAQ[2,5] = 3500	HP[3,4,0] = 3	HP[4,3,5] = 3	HP[6,2,0] = 3000	HP[6,2,3] = 4799
RAQ[3,3] = 9997	HP[1,4,1] = 1	HP[3,2,0] = 1500	HP[4,4,1] = 1	HP[6,2,4] = 3631
RAQ[3,5] = 6000	HP[1,4,2] = 1	HP[3,2,1] = 1548	HP[4,4,2] = 1	HP[6,2,5] = 445
RAQ[4,5] = 5500	HP[1,4,3] = 1	HP[3,2,2] = 3348	HP[4,4,3] = 1	HP[6,3,0] = 500
RAQ[4,6] = 5000	HP[1,4,4] = 1	HP[3,2,3] = 3090	HP[4,4,4] = 1	HP[6,3,1] = 500
US[1,1] = 1042	HP[1,4,5] = 1	HP[3,3,0] = 494	HP[4,4,5] = 1	HP[6,3,2] = 1400
US[1,4] = 1	HP[2,1,0] = 1199	HP[3,3,1] = 496	HP[5,1,0] = 1500	HP[6,3,3] = 1399
US[3,3] = 3	HP[2,1,1] = 123	HP[3,3,2] = 1096	HP[5,1,2] = 482	HP[6,3,4] = 952
VAQ[1,1] = 2131	HP[2,1,2] = 21	HP[3,3,3] = 1295	HP[5,1,3] = 3482	HP[6,3,5] = 952
VAQ[1,4] = 1383	HP[2,1,3] = 22	HP[3,4,0] = 223	HP[5,1,4] = 484	HP[6,4,0] = 400
VAQ[1,5] = 617	HP[2,1,4] = 22	HP[3,4,1] = 423	HP[5,2,0] = 1500	HP[6,4,1] = 400
VAQ[2,2] = 1846	HP[2,1,5] = 22	HP[3,4,2] = 423	HP[5,2,1] = 2683	HP[6,4,2] = 400
VAQ[2,6] = 858	HP[2,2,0] = 1200	HP[3,4,3] = 365	HP[5,2,2] = 4182	HP[6,4,3] = 999
VAQ[3,3] = 983	HP[2,2,1] = 961	HP[3,4,4] = 134	HP[5,2,3] = 4244	HP[6,4,4] = 998
VAQ[3,5] = 1181	HP[2,3,0] = 400	HP[3,4,5] = 134	HP[5,2,4] = 4243	HP[6,4,5] = 211
VAQ[4,5] = 5	HP[2,3,1] = 1072	HP[4,1,0] = 998	HP[5,3,0] = 600	VHBD[1,4] = 326
VAQ[4,6] = 1034	HP[2,3,2] = 986	HP[4,1,1] = 998	HP[5,3,2] = 89	VHBD[1,5] = 149
HP[1,1,0] = 1000	HP[2,3,3] = 113	HP[4,1,2] = 2998	HP[5,3,3] = 1095	VHBD[2,2] = 30
HP[1,1,1] = 208	HP[2,3,4] = 113	HP[4,1,3] = 3906	HP[5,4,0] = 400	VHBD[3,5] = 577
HP[1,1,2] = 75	HP[2,3,5] = 113	HP[4,1,4] = 3906	HP[5,4,1] = 400	VHBD[4,6] = 61
HP[1,1,3] = 75	HP[2,4,0] = 86	HP[4,2,0] = 1197	HP[5,4,2] = 998	a[1,1,2] = 1
HP[1,1,4] = 75	HP[2,4,1] = 86	HP[4,2,1] = 1197	HP[5,4,3] = 624	a[1,3,1] = 1
HP[1,1,5] = 75	HP[2,4,2] = 86	HP[4,2,2] = 1197	HP[5,4,4] = 1	a[1,3,2] = 1
HP[1,2,0] = 800	HP[2,4,3] = 86	HP[4,2,3] = 290	HP[6,1,0] = 1300	a[1,3,4] = 1
HP[1,2,1] = 2011	HP[2,4,4] = 86	HP[4,2,4] = 290	HP[6,1,1] = 2800	a[1,3,5] = 1
HP[1,3,0] = 300	HP[2,4,5] = 86	HP[4,3,0] = 500	HP[6,1,2] = 4799	a[2,1,1] = 1
HP[1,3,1] = 432	HP[3,1,0] = 1500	HP[4,3,1] = 500	HP[6,1,3] = 3038	a[2,2,1] = 1
HP[1,3,2] = 350	HP[3,1,1] = 1505	HP[4,3,2] = 1185	HP[6,1,4] = 1560	a[2,2,2] = 1
HP[1,3,3] = 350	HP[3,1,2] = 3005	HP[4,3,3] = 1184	HP[6,2,0] = 1000	a[2,2,3] = 1
HP[1,3,4] = 350	HP[3,1,3] = 1473	HP[4,3,4] = 1184	HP[6,2,1] = 1000	a[2,4,2] = 1

$a[3,2,3] = 1$	$b[4,1,5] = 1$	$d[2,2,1] = 1$	$U[3,6] = 1$	
$a[3,2,4] = 1$	$b[4,2,5] = 1$	$d[2,2,2] = 1$	$U[4,1] = 1$	
$a[3,2,5] = 1$	$b[4,3,2] = 1$	$d[3,2,3] = 1$	$U[4,2] = 1$	
$a[3,4,3] = 1$	$b[5,1,3] = 1$	$d[3,2,4] = 1$	$U[4,3] = 1$	
$a[4,1,5] = 1$	$b[5,4,1] = 1$	$d[4,2,5] = 1$	$U[4,4] = 1$	
$a[4,2,5] = 1$	$b[6,1,1] = 1$	$d[4,3,2] = 1$	$U[4,5] = 1$	
$a[4,3,2] = 1$	$b[6,3,3] = 1$	$d[5,4,1] = 1$	$U[4,6] = 1$	
$a[4,3,3] = 1$	$b[6,3,5] = 1$	$d[5,4,2] = 1$	$RC[1,1] = 0$	
$a[5,1,3] = 1$	$c[1,3,1] = 1$	$d[5,4,3] = 1$	$RC[1,2] = 7$	
$a[5,4,1] = 1$	$c[1,3,2] = 1$	$d[5,4,4] = 1$	$RC[1,3] = 7$	
$a[5,4,2] = 1$	$c[1,3,5] = 1$	$d[5,4,5] = 1$	$RC[1,4] = 5$	
$a[5,4,3] = 1$	$c[2,2,1] = 1$	$d[6,1,1] = 1$	$RC[1,5] = 3$	
$a[5,4,4] = 1$	$c[2,2,2] = 1$	$d[6,1,2] = 1$	$RC[2,1] = 24$	
$a[5,4,5] = 1$	$c[2,2,3] = 1$	$d[6,1,3] = 1$	$RC[2,2] = 15$	
$a[6,1,1] = 1$	$c[3,2,4] = 1$	$d[6,1,4] = 1$	$RC[2,3] = 2$	
$a[6,1,2] = 1$	$c[3,2,5] = 1$	$d[6,1,5] = 1$	$RC[2,4] = 11$	
$a[6,1,3] = 1$	$c[4,3,3] = 1$	$d[6,3,3] = 1$	$RC[2,5] = 3$	
$a[6,1,4] = 1$	$c[5,4,1] = 1$	$U[1,2] = 1$	$RC[3,1] = 24$	
$a[6,1,5] = 1$	$c[5,4,2] = 1$	$U[1,3] = 1$	$RC[3,2] = 24$	
$a[6,3,3] = 1$	$c[5,4,3] = 1$	$U[1,5] = 1$	$RC[3,3] = 3$	
$a[6,3,4] = 1$	$c[5,4,4] = 1$	$U[1,6] = 1$	$RC[3,4] = 7$	
$a[6,3,5] = 1$	$c[5,4,5] = 1$	$U[2,1] = 1$	$RC[3,5] = 7$	
$b[1,1,2] = 1$	$c[6,1,1] = 1$	$U[2,2] = 1$	$RC[4,1] = 7$	
$b[1,3,1] = 1$	$c[6,1,2] = 1$	$U[2,3] = 1$	$RC[4,2] = 3$	
$b[1,3,4] = 1$	$c[6,1,3] = 1$	$U[2,4] = 1$	$RC[4,3] = 3$	
$b[2,1,1] = 1$	$c[6,1,4] = 1$	$U[2,5] = 1$	$RC[4,4] = 10$	
$b[2,2,1] = 1$	$c[6,1,5] = 1$	$U[2,6] = 1$	$RC[4,5] = 10$	
$b[2,4,2] = 1$	$c[6,3,4] = 1$	$U[3,1] = 1$		
$b[3,1,4] = 1$	$d[1,3,1] = 1$	$U[3,2] = 1$		
$b[3,2,3] = 1$	$d[1,3,4] = 1$	$U[3,4] = 1$		
$b[3,4,3] = 1$	$d[1,3,5] = 1$	$U[3,5] = 1$		

附錄 D 以案例二資料利用瓶頸工作站排程和配貨機制加調整訂單限制式求得之結果

X[1,1,2,1] = 12	X[3,4,3,2] = 2	X[5,3,1,2] = 415	AQ[1,4,3,5] = 91	AQ[3,5,1,3] = 466
X[1,1,3,1] = 2361	X[3,4,3,4] = 1	X[5,3,3,3] = 1069	AQ[1,4,4,1] = 1	AQ[3,5,1,4] = 1
X[1,1,3,2] = 1827	X[3,4,4,1] = 1	X[5,3,3,5] = 46	AQ[1,4,4,2] = 96	AQ[3,5,2,3] = 4
X[1,2,2,1] = 1447	X[4,1,1,4] = 1	X[5,4,3,3] = 2	AQ[1,4,4,4] = 2	AQ[3,5,2,5] = 5679
X[1,2,3,1] = 1	X[4,1,1,5] = 2516	X[5,4,3,4] = 996	AQ[1,4,4,5] = 480	AQ[3,5,3,5] = 46
X[1,2,3,2] = 535	X[4,1,4,2] = 1482	X[5,4,4,5] = 1	AQ[1,5,1,3] = 3046	AQ[3,5,4,3] = 2
X[1,3,3,1] = 1	X[4,1,4,3] = 1	X[6,1,1,3] = 412	AQ[1,5,3,3] = 1069	AQ[3,5,4,4] = 996
X[2,1,1,2] = 1823	X[4,2,1,4] = 1	X[6,1,2,3] = 1	AQ[2,2,1,1] = 65	AQ[3,5,4,5] = 1
X[2,1,2,1] = 65	X[4,2,1,5] = 5	X[6,1,2,4] = 2034	AQ[2,2,1,2] = 1824	AQ[4,5,1,1] = 3899
X[2,1,2,2] = 1	X[4,2,4,2] = 108	X[6,1,2,5] = 3189	AQ[2,2,1,3] = 2683	AQ[4,5,1,2] = 487
X[2,1,2,3] = 1447	X[4,2,4,3] = 1	X[6,2,2,4] = 2555	AQ[2,2,2,1] = 766	AQ[4,5,2,1] = 17
X[2,1,4,3] = 1236	X[4,2,4,4] = 3089	X[6,2,3,5] = 3448	AQ[2,2,2,2] = 2436	AQ[4,5,3,1] = 672
X[2,2,1,2] = 2	X[4,2,4,5] = 1	X[6,3,1,3] = 1	AQ[2,2,2,3] = 1124	AQ[4,5,3,2] = 415
X[2,2,2,1] = 766	X[4,3,1,4] = 1	X[6,3,2,5] = 1399	AQ[2,2,3,1] = 1	AQ[4,6,1,3] = 413
X[2,2,2,2] = 2434	X[4,3,1,5] = 91	X[6,4,2,4] = 140	AQ[2,2,3,2] = 2	AQ[4,6,1,4] = 2034
X[2,2,4,3] = 1124	X[4,3,4,2] = 1406	AQ[1,1,1,1] = 2373	AQ[2,2,3,3] = 917	AQ[4,6,2,4] = 2555
X[2,3,1,2] = 1	X[4,3,4,3] = 1	AQ[1,1,1,2] = 1827	AQ[2,6,1,5] = 3189	AQ[4,6,4,4] = 140
X[2,3,2,1] = 1	X[4,3,4,4] = 1	AQ[1,1,2,1] = 1448	AQ[2,6,2,5] = 3448	RAQ[1,1] = 4562
X[2,3,2,2] = 1	X[4,4,1,5] = 480	AQ[1,1,2,2] = 535	AQ[2,6,3,3] = 1	RAQ[1,4] = 7000
X[2,3,2,3] = 916	X[4,4,4,1] = 1	AQ[1,1,3,1] = 1	AQ[2,6,3,5] = 1399	RAQ[1,5] = 3500
X[2,3,4,3] = 1	X[4,4,4,2] = 96	AQ[1,4,1,2] = 1482	AQ[3,3,1,1] = 1360	RAQ[2,2] = 7990
X[3,1,1,4] = 1340	X[4,4,4,4] = 2	AQ[1,4,1,3] = 1	AQ[3,3,1,4] = 3686	RAQ[2,6] = 6000
X[3,1,3,4] = 2346	X[5,1,1,1] = 3899	AQ[1,4,1,4] = 1	AQ[3,3,2,1] = 1545	RAQ[3,3] = 10000
X[3,1,4,1] = 1360	X[5,1,1,2] = 487	AQ[1,4,1,5] = 2516	AQ[3,3,2,3] = 1426	RAQ[3,5] = 6000
X[3,2,1,3] = 1426	X[5,1,3,3] = 3513	AQ[1,4,2,2] = 108	AQ[3,3,2,4] = 1377	RAQ[4,5] = 5490
X[3,2,1,4] = 1377	X[5,1,3,4] = 1	AQ[1,4,2,3] = 1	AQ[3,3,3,3] = 1301	RAQ[4,6] = 5000
X[3,2,4,1] = 1545	X[5,2,1,1] = 17	AQ[1,4,2,4] = 3090	AQ[3,3,3,4] = 1	US[1,1] = 1438
X[3,3,1,3] = 1301	X[5,2,3,3] = 4	AQ[1,4,2,5] = 6	AQ[3,3,4,1] = 1	US[2,2] = 10
X[3,3,3,4] = 1	X[5,2,3,5] = 1094	AQ[1,4,3,2] = 1406	AQ[3,3,4,2] = 2	US[4,5] = 10
X[3,4,1,3] = 3	X[5,2,4,5] = 4585	AQ[1,4,3,3] = 1	AQ[3,3,4,3] = 3	VAQ[1,1] = 1622
X[3,4,1,4] = 280	X[5,3,1,1] = 672	AQ[1,4,3,4] = 2	AQ[3,3,4,4] = 281	VAQ[1,4] = 2284



VAQ[1,5] = 616	HP[2,1,5] = 12	HP[3,4,1] = 599	HP[5,2,1] = 2682	HP[6,3,4] = 1399
VAQ[2,2] = 1828	HP[2,2,0] = 1200	HP[3,4,2] = 597	HP[5,2,2] = 4183	HP[6,4,0] = 400
VAQ[2,6] = 2037	HP[2,2,1] = 2558	HP[3,4,3] = 594	HP[5,2,3] = 5679	HP[6,4,1] = 400
VAQ[3,3] = 983	HP[2,2,2] = 1124	HP[3,4,4] = 313	HP[5,2,4] = 5679	HP[6,4,2] = 400
VAQ[3,5] = 1195	HP[2,3,0] = 400	HP[3,4,5] = 313	HP[5,3,0] = 600	HP[6,4,3] = 1000
VAQ[4,6] = 142	HP[2,3,1] = 1071	HP[4,1,0] = 1000	HP[5,3,2] = 85	HP[6,4,4] = 860
HP[1,1,0] = 1000	HP[2,3,2] = 1069	HP[4,1,1] = 1000	HP[5,3,3] = 34	HP[6,4,5] = 860
HP[1,1,1] = 128	HP[2,3,3] = 152	HP[4,1,2] = 1518	HP[5,3,4] = 46	VHBD[1,4] = 502
HP[1,2,0] = 800	HP[2,3,4] = 152	HP[4,1,3] = 2517	HP[5,3,5] = 1	VHBD[1,5] = 142
HP[1,2,1] = 565	HP[2,3,5] = 152	HP[4,1,4] = 2516	HP[5,4,0] = 400	VHBD[2,2] = 25
HP[1,2,2] = 831	HP[2,4,0] = 200	HP[4,2,0] = 1200	HP[5,4,1] = 400	VHBD[2,6] = 80
HP[1,2,3] = 831	HP[2,4,1] = 200	HP[4,2,1] = 1200	HP[5,4,2] = 1000	VHBD[3,5] = 583
HP[1,2,4] = 831	HP[2,4,2] = 500	HP[4,2,2] = 1092	HP[5,4,3] = 998	VHBD[4,6] = 15
HP[1,2,5] = 831	HP[2,4,3] = 500	HP[4,2,3] = 3091	HP[5,4,4] = 2	a[1,2,1] = 1
HP[1,3,0] = 300	HP[2,4,4] = 500	HP[4,2,4] = 1	HP[5,4,5] = 1	a[1,3,1] = 1
HP[1,3,1] = 499	HP[2,4,5] = 500	HP[4,3,0] = 500	HP[6,1,0] = 1300	a[1,3,2] = 1
HP[1,3,2] = 499	HP[3,1,0] = 1500	HP[4,3,1] = 500	HP[6,1,1] = 2800	a[1,3,3] = 1
HP[1,3,3] = 499	HP[3,1,1] = 145	HP[4,3,2] = 94	HP[6,1,2] = 4800	a[2,1,2] = 1
HP[1,3,4] = 499	HP[3,1,2] = 1645	HP[4,3,3] = 93	HP[6,1,3] = 5387	a[2,2,1] = 1
HP[1,3,5] = 499	HP[3,1,3] = 3688	HP[4,3,4] = 91	HP[6,1,4] = 3353	a[2,2,2] = 1
HP[1,4,0] = 200	HP[3,1,4] = 4	HP[4,4,0] = 400	HP[6,1,5] = 164	a[2,2,3] = 1
HP[1,4,1] = 300	HP[3,1,5] = 4	HP[4,4,1] = 399	HP[6,2,0] = 1000	a[2,2,5] = 1
HP[1,4,2] = 300	HP[3,2,0] = 1500	HP[4,4,2] = 303	HP[6,2,1] = 1000	a[2,4,3] = 1
HP[1,4,3] = 300	HP[3,2,1] = 3	HP[4,4,3] = 603	HP[6,2,2] = 3000	a[3,1,3] = 1
HP[1,4,4] = 300	HP[3,2,2] = 1803	HP[4,4,4] = 601	HP[6,2,3] = 4800	a[3,1,4] = 1
HP[1,4,5] = 300	HP[3,2,3] = 1377	HP[4,4,5] = 121	HP[6,2,4] = 3745	a[3,3,2] = 1
HP[2,1,0] = 1200	HP[3,3,0] = 500	HP[5,1,0] = 1500	HP[6,2,5] = 297	a[3,3,4] = 1
HP[2,1,1] = 2350	HP[3,3,1] = 502	HP[5,1,1] = 1	HP[6,3,0] = 500	a[3,4,1] = 1
HP[2,1,2] = 2694	HP[3,3,2] = 1102	HP[5,1,2] = 514	HP[6,3,1] = 500	a[4,1,4] = 1
HP[2,1,3] = 12	HP[3,3,3] = 1	HP[5,1,3] = 1	HP[6,3,2] = 1400	a[4,1,5] = 1
HP[2,1,4] = 12	HP[3,4,0] = 400	HP[5,2,0] = 1500	HP[6,3,3] = 1399	a[4,4,1] = 1

$a[4,4,2] = 1$	$b[6,1,2] = 1$	$d[4,4,2] = 1$	$U[4,2] = 1$	
$a[4,4,3] = 1$	$b[6,2,3] = 1$	$d[4,4,3] = 1$	$U[4,3] = 1$	
$a[4,4,4] = 1$	$b[6,3,5] = 1$	$d[4,4,4] = 1$	$U[4,4] = 1$	
$a[4,4,5] = 1$	$c[1,3,1] = 1$	$d[5,1,1] = 1$	$U[4,6] = 1$	
$a[5,1,1] = 1$	$c[1,3,2] = 1$	$d[5,3,3] = 1$	$RC[1,1] = 7$	
$a[5,1,2] = 1$	$c[1,3,3] = 1$	$d[5,3,4] = 1$	$RC[1,2] = 11$	
$a[5,3,3] = 1$	$c[2,2,1] = 1$	$d[5,4,5] = 1$	$RC[1,3] = 2$	
$a[5,3,4] = 1$	$c[2,2,2] = 1$	$d[6,1,2] = 1$	$RC[1,4] = 3$	
$a[5,3,5] = 1$	$c[2,2,3] = 1$	$d[6,2,3] = 1$	$RC[1,5] = 11$	
$a[5,4,5] = 1$	$c[3,1,4] = 1$	$d[6,2,4] = 1$	$RC[2,1] = 0$	
$a[6,1,2] = 1$	$c[4,1,5] = 1$	$d[6,2,5] = 1$	$RC[2,2] = 15$	
$a[6,1,3] = 1$	$c[4,4,1] = 1$	$d[6,3,5] = 1$	$RC[2,3] = 7$	
$a[6,2,3] = 1$	$c[4,4,2] = 1$	$N[1,1] = 1$	$RC[2,4] = 10$	
$a[6,2,4] = 1$	$c[4,4,3] = 1$	$N[2,2] = 1$	$RC[2,5] = 7$	
$a[6,2,5] = 1$	$c[4,4,4] = 1$	$N[4,5] = 1$	$RC[3,1] = 24$	
$a[6,3,5] = 1$	$c[4,4,5] = 1$	$U[1,2] = 1$	$RC[3,2] = 5$	
$b[1,2,1] = 1$	$c[5,1,1] = 1$	$U[1,3] = 1$	$RC[3,3] = 7$	
$b[1,3,1] = 1$	$c[5,1,2] = 1$	$U[1,4] = 1$	$RC[3,4] = 6$	
$b[2,1,2] = 1$	$c[5,3,4] = 1$	$U[1,5] = 1$	$RC[3,5] = 7$	
$b[2,2,1] = 1$	$c[5,3,5] = 1$	$U[1,6] = 1$	$RC[4,1] = 21$	
$b[2,2,5] = 1$	$c[6,1,3] = 1$	$U[2,1] = 1$	$RC[4,2] = 0$	
$b[2,4,3] = 1$	$c[6,2,4] = 1$	$U[2,3] = 1$	$RC[4,3] = 12$	
$b[3,1,3] = 1$	$c[6,2,5] = 1$	$U[2,4] = 1$	$RC[4,4] = 0$	
$b[3,3,2] = 1$	$d[1,3,1] = 1$	$U[2,5] = 1$	$RC[4,5] = 15$	
$b[3,3,4] = 1$	$d[1,3,2] = 1$	$U[2,6] = 1$		
$b[3,4,1] = 1$	$d[2,2,1] = 1$	$U[3,1] = 1$		
$b[4,1,4] = 1$	$d[2,2,2] = 1$	$U[3,2] = 1$		
$b[4,4,1] = 1$	$d[3,1,3] = 1$	$U[3,4] = 1$		
$b[5,1,1] = 1$	$d[4,1,4] = 1$	$U[3,5] = 1$		
$b[5,3,3] = 1$	$d[4,1,5] = 1$	$U[3,6] = 1$		
$b[5,4,5] = 1$	$d[4,4,1] = 1$	$U[4,1] = 1$		

附錄 E 以案例三資料利用瓶頸工作站排程和配貨機制求得之結果

X[1,1,2,1] = 2291	X[5,2,1,1] = 1148	NAR[3,1,2] = 1	NAR[6,2,5] = 5101	AQ[2,2,1,4] = 1156
X[1,1,2,2] = 2358	X[5,2,1,2] = 120	NAR[3,2,3] = 1611	NAR[6,3,4] = 855	AQ[2,2,1,3] = 1020
X[1,1,3,1] = 1233	X[5,2,1,4] = 4728	NAR[3,4,1] = 800	NAR[6,3,5] = 545	AQ[2,2,2,2] = 1050
X[1,2,2,2] = 1	X[5,2,1,5] = 4	NAR[4,1,1] = 3000	NAR[6,4,1] = 6	AQ[2,2,2,4] = 2566
X[1,2,3,1] = 1058	X[5,3,1,1] = 465	NAR[4,1,2] = 771	NAR[6,4,3] = 2767	AQ[2,2,2,4] = 2566
X[1,3,2,2] = 1	X[5,3,1,2] = 1202	NAR[4,1,3] = 2779	NAR[6,4,5] = 3227	AQ[2,6,1,2] = 2
X[3,1,3,2] = 3092	X[5,3,1,3] = 833	NAR[4,2,1] = 3799	AQ[1,1,1,1] = 3524	AQ[2,6,1,5] = 2
X[3,1,3,3] = 3092	X[5,4,1,3] = 1200	NAR[4,2,3] = 1	AQ[1,1,1,2] = 2358	AQ[2,6,2,5] = 5101
X[3,1,3,4] = 1481	X[6,1,1,5] = 2	NAR[4,3,1] = 1800	AQ[1,1,2,1] = 1058	AQ[2,6,3,5] = 545
X[3,1,4,2] = 2	X[6,1,2,2] = 2	NAR[4,4,2] = 1	AQ[1,1,2,2] = 1	AQ[2,6,4,2] = 5
X[3,1,4,4] = 1333	X[6,1,2,3] = 4728	NAR[4,4,3] = 898	AQ[1,1,3,2] = 1	AQ[2,6,4,5] = 3227
X[3,2,3,4] = 1611	X[6,1,2,4] = 780	NAR[4,4,4] = 1	AQ[1,4,1,1] = 3000	AQ[3,3,1,2] = 3094
X[3,4,4,2] = 800	X[6,2,1,1] = 1571	NAR[5,1,1] = 4669	AQ[1,4,1,2] = 771	AQ[3,3,1,3] = 3092
X[4,1,4,1] = 3000	X[6,2,1,5] = 373	NAR[5,1,2] = 1	AQ[1,4,1,3] = 2194	AQ[3,3,1,4] = 2814
X[4,1,4,2] = 771	X[6,2,2,4] = 328	NAR[5,1,3] = 2696	AQ[1,4,1,4] = 1	AQ[3,3,2,4] = 1611
X[4,1,4,3] = 2194	X[6,2,2,5] = 4728	NAR[5,1,4] = 66	AQ[1,4,1,5] = 584	AQ[3,3,4,2] = 800
X[4,1,4,4] = 1	X[6,3,1,5] = 545	NAR[5,1,5] = 372	AQ[1,4,2,2] = 1425	AQ[3,5,1,1] = 1197
X[4,1,4,5] = 584	X[6,3,2,4] = 855	NAR[5,2,1] = 1148	AQ[1,4,2,4] = 1666	AQ[3,5,1,5] = 438
X[4,2,4,2] = 1425	X[6,4,1,1] = 1	NAR[5,2,2] = 121	AQ[1,4,2,5] = 708	AQ[3,5,2,2] = 120
X[4,2,4,4] = 1666	X[6,4,1,5] = 3226	NAR[5,2,3] = 2	AQ[1,4,3,2] = 1	AQ[3,5,2,4] = 4728
X[4,2,4,5] = 708	X[6,4,2,2] = 5	NAR[5,2,4] = 4729	AQ[1,4,3,5] = 1799	AQ[3,5,2,5] = 4
X[4,3,4,2] = 1	X[6,4,2,3] = 1	NAR[5,3,1] = 465	AQ[1,4,4,2] = 1	AQ[4,5,1,2] = 3403
X[4,3,4,5] = 1799	X[6,4,2,4] = 2766	NAR[5,3,2] = 1202	AQ[1,4,4,3] = 898	AQ[4,5,2,1] = 1148
X[4,4,4,2] = 1	X[6,4,2,5] = 1	NAR[5,3,3] = 833	AQ[1,4,4,5] = 1	AQ[4,5,3,1] = 465
X[4,4,4,3] = 898	NAR[1,1,1] = 5882	NAR[5,4,1] = 1	AQ[1,5,1,1] = 65	AQ[4,5,3,2] = 1202
X[4,4,4,5] = 1	NAR[1,1,2] = 1	NAR[5,4,3] = 1199	AQ[1,5,1,2] = 3	AQ[4,6,1,3] = 4728
X[5,1,1,1] = 1262	NAR[1,2,1] = 1059	NAR[6,1,1] = 4731	AQ[1,5,1,3] = 2696	AQ[4,6,1,4] = 780
X[5,1,1,2] = 3407	NAR[1,3,1] = 1	NAR[6,1,4] = 780	AQ[1,5,1,4] = 1	AQ[4,6,2,1] = 1571
X[5,1,1,3] = 2696	NAR[2,1,3] = 4513	NAR[6,1,5] = 1	AQ[1,5,3,3] = 833	AQ[4,6,2,4] = 328
X[5,1,1,4] = 1	NAR[2,2,3] = 4616	NAR[6,2,1] = 1572	AQ[1,5,4,3] = 1200	AQ[4,6,3,4] = 855
X[5,1,1,5] = 438	NAR[3,1,1] = 8999	NAR[6,2,4] = 327	AQ[2,2,1,5] = 2363	AQ[4,6,4,1] = 1

AQ[4,6,4,3] = 1	HP[3,1,3] = 2814	HP[6,4,1] = 5	a[1,2,2] = 1	b[3,3,1] = 1	d[3,3,4] = 1
AQ[4,6,4,4] = 2766	HP[3,2,3] = 1611	HP[6,4,3] = 2766	a[1,3,1] = 1	b[3,4,2] = 1	d[3,3,5] = 1
RAQ[1,1] = 5530	HP[3,4,1] = 800	VHBD[1,4] = 551	a[3,3,1] = 1	b[3,4,4] = 1	d[4,4,1] = 1
RAQ[1,4] = 7000	HP[4,1,3] = 585	VHBD[1,5] = 431	a[3,3,2] = 1	b[4,4,1] = 1	d[4,4,2] = 1
RAQ[1,5] = 3500	HP[4,1,4] = 584	VHBD[2,6] = 1023	a[3,3,3] = 1	b[5,1,1] = 1	d[4,4,3] = 1
RAQ[2,2] = 6707	HP[4,2,1] = 3799	VHBD[3,5] = 178	a[3,3,4] = 1	b[6,1,1] = 1	d[4,4,4] = 1
RAQ[2,6] = 6000	HP[4,2,2] = 2374	VHBD[4,5] = 204	a[3,3,5] = 1	b[6,1,5] = 1	d[4,4,5] = 1
RAQ[3,3] = 10000	HP[4,2,3] = 2375	VHBD[4,6] = 550	a[3,4,2] = 1	b[6,2,1] = 1	d[5,1,1] = 1
RAQ[3,5] = 6000	HP[4,2,4] = 709	U[1,2] = 1	a[3,4,4] = 1	c[3,3,1] = 1	d[5,1,2] = 1
RAQ[4,5] = 5500	HP[4,2,5] = 1	U[1,3] = 1	a[4,4,1] = 1	c[3,3,2] = 1	d[5,1,3] = 1
RAQ[4,6] = 5000	HP[4,3,1] = 1800	U[1,4] = 1	a[4,4,2] = 1	c[3,3,3] = 1	d[5,1,4] = 1
US[1,1] = 471	HP[4,3,2] = 1799	U[1,5] = 1	a[4,4,3] = 1	c[3,3,4] = 1	d[6,1,5] = 1
US[2,2] = 1293	HP[4,3,3] = 1799	U[1,6] = 1	a[4,4,4] = 1	c[3,3,5] = 1	d[6,2,1] = 1
VAQ[1,1] = 1413	HP[4,3,4] = 1799	U[2,1] = 1	a[4,4,5] = 1	c[4,4,1] = 1	d[6,2,2] = 1
VAQ[1,4] = 6049	HP[4,4,4] = 1	U[2,3] = 1	a[5,1,1] = 1	c[4,4,2] = 1	d[6,2,3] = 1
VAQ[1,5] = 1299	HP[5,1,1] = 3407	U[2,4] = 1	a[5,1,2] = 1	c[4,4,3] = 1	d[6,2,4] = 1
VAQ[2,2] = 1203	HP[5,1,2] = 1	U[2,5] = 1	a[5,1,3] = 1	c[4,4,4] = 1	d[6,2,5] = 1
VAQ[2,6] = 2882	HP[5,1,3] = 1	U[2,6] = 1	a[5,1,4] = 1	c[4,4,5] = 1	
VAQ[3,3] = 1411	HP[5,1,4] = 66	U[3,1] = 1	a[5,1,5] = 1	c[5,1,1] = 1	
VAQ[3,5] = 487	HP[5,2,2] = 1	U[3,2] = 1	a[6,1,1] = 1	c[5,1,2] = 1	
VAQ[4,5] = 718	HP[5,2,3] = 3	U[3,3] = 1	a[6,1,5] = 1	c[5,1,3] = 1	
VAQ[4,6] = 6030	HP[5,2,4] = 4	U[3,4] = 1	a[6,2,1] = 1	c[5,1,4] = 1	
HP[1,1,1] = 2358	HP[5,4,1] = 1	U[3,5] = 1	a[6,2,2] = 1	c[5,1,5] = 1	
HP[1,1,2] = 1	HP[5,4,2] = 1	U[3,6] = 1	a[6,2,3] = 1	c[6,2,1] = 1	
HP[1,1,3] = 1	HP[6,1,1] = 4731	U[4,1] = 1	a[6,2,4] = 1	c[6,2,2] = 1	
HP[1,1,4] = 1	HP[6,1,2] = 4729	U[4,2] = 1	a[6,2,5] = 1	c[6,2,3] = 1	
HP[1,1,5] = 1	HP[6,1,3] = 1	U[4,3] = 1	b[1,2,1] = 1	c[6,2,4] = 1	
HP[1,2,1] = 1	HP[6,1,4] = 1	U[4,4] = 1	b[1,2,2] = 1	c[6,2,5] = 1	
HP[1,3,1] = 1	HP[6,2,1] = 1	U[4,5] = 1	b[1,3,1] = 1	d[3,3,1] = 1	
HP[3,1,1] = 8999	HP[6,2,2] = 1	U[4,6] = 1	b[2,3,5] = 1	d[3,3,2] = 1	
HP[3,1,2] = 5906	HP[6,2,3] = 1	a[1,2,1] = 1	b[2,4,3] = 1	d[3,3,3] = 1	

**附錄 F 以 4.1 節 範例資料利用 關鍵物料規劃 機制
求得之結果**

ML[1,1,0] = 60000	ML[1,2,4] = 26590	ML[1,3,6] = 67870	ML[1,4,14] = 24360	ML[1,5,26] = 76860
ML[1,1,1] = 30000	ML[1,2,5] = 118600	ML[1,3,7] = 67870	ML[1,4,15] = 24360	ML[1,5,27] = 76860
ML[1,1,2] = 99080	ML[1,2,6] = 118600	ML[1,3,8] = 67870	ML[1,4,16] = 24360	ML[1,5,28] = 46860
ML[1,1,3] = 99040	ML[1,2,7] = 118600	ML[1,3,9] = 67870	ML[1,4,17] = 24360	ML[1,6,0] = 55000
ML[1,1,4] = 99040	ML[1,2,8] = 118600	ML[1,3,10] = 67870	ML[1,4,18] = 24360	ML[1,6,1] = 28300
ML[1,1,5] = 99040	ML[1,2,9] = 118600	ML[1,3,11] = 570	ML[1,4,19] = 24360	ML[1,6,2] = 28300
ML[1,1,6] = 79590	ML[1,2,10] = 118600	ML[1,3,12] = 36370	ML[1,5,0] = 55000	ML[1,6,3] = 28300
ML[1,1,7] = 79590	ML[1,2,11] = 71340	ML[1,3,13] = 36370	ML[1,5,1] = 55000	ML[1,6,4] = 24200
ML[1,1,8] = 55230	ML[1,2,12] = 25770	ML[1,3,16] = 6250	ML[1,5,2] = 155000	ML[1,6,5] = 24200
ML[1,1,9] = 30870	ML[1,2,13] = 25770	ML[1,3,18] = 47290	ML[1,5,3] = 155000	ML[1,6,6] = 24200
ML[1,1,10] = 40	ML[1,2,14] = 25770	ML[1,3,21] = 66190	ML[1,5,4] = 155000	ML[1,7,0] = 100000
ML[1,1,11] = 40	ML[1,2,15] = 25770	ML[1,3,22] = 21770	ML[1,5,5] = 155000	ML[1,7,1] = 57700
ML[1,1,12] = 40	ML[1,2,16] = 2140	ML[1,3,23] = 21760	ML[1,5,6] = 114530	ML[1,7,2] = 57700
ML[1,1,15] = 70820	ML[1,2,17] = 54870	ML[1,3,24] = 21760	ML[1,5,7] = 114530	ML[1,7,3] = 111880
ML[1,1,16] = 70820	ML[1,2,18] = 30510	ML[1,3,25] = 16730	ML[1,5,8] = 114530	ML[1,7,4] = 107310
ML[1,1,17] = 52710	ML[1,2,19] = 8660	ML[1,3,26] = 94580	ML[1,5,9] = 58100	ML[1,7,5] = 63090
ML[1,1,18] = 52710	ML[1,2,20] = 8660	ML[1,3,27] = 47290	ML[1,5,10] = 58100	ML[1,7,6] = 63090
ML[1,1,19] = 52710	ML[1,2,21] = 8660	ML[1,4,0] = 40000	ML[1,5,11] = 58100	ML[1,7,7] = 63090
ML[1,1,20] = 52710	ML[1,2,22] = 8650	ML[1,4,1] = 40000	ML[1,5,12] = 58100	ML[1,7,8] = 17210
ML[1,1,21] = 52710	ML[1,2,23] = 84290	ML[1,4,2] = 40000	ML[1,5,14] = 62860	ML[1,7,9] = 17210
ML[1,1,22] = 52710	ML[1,2,24] = 159930	ML[1,4,3] = 40000	ML[1,5,15] = 9100	ML[1,7,10] = 17210
ML[1,1,23] = 52710	ML[1,2,25] = 135570	ML[1,4,4] = 40000	ML[1,5,16] = 9100	ML[1,7,11] = 17210
ML[1,1,24] = 52710	ML[1,2,26] = 111210	ML[1,4,5] = 24360	ML[1,5,17] = 9080	ML[1,7,12] = 12500
ML[1,1,25] = 52710	ML[1,2,27] = 86850	ML[1,4,6] = 24360	ML[1,5,18] = 9080	ML[1,7,27] = 100000
ML[1,1,26] = 52710	ML[1,2,28] = 22490	ML[1,4,7] = 24360	ML[1,5,19] = 79080	ML[1,7,28] = 20830
ML[1,1,27] = 52710	ML[1,3,0] = 55000	ML[1,4,8] = 24360	ML[1,5,20] = 148160	ML[1,8,0] = 40000
ML[1,1,28] = 28210	ML[1,3,1] = 45850	ML[1,4,9] = 24360	ML[1,5,21] = 112120	ML[1,8,1] = 40000
ML[1,2,0] = 50000	ML[1,3,2] = 121500	ML[1,4,10] = 24360	ML[1,5,22] = 76860	ML[1,8,2] = 40000
ML[1,2,1] = 45420	ML[1,3,3] = 102390	ML[1,4,11] = 24360	ML[1,5,23] = 76860	ML[1,8,3] = 31230
ML[1,2,2] = 21060	ML[1,3,4] = 102380	ML[1,4,12] = 24360	ML[1,5,24] = 76860	ML[1,8,4] = 31230
ML[1,2,3] = 73120	ML[1,3,5] = 102250	ML[1,4,13] = 24360	ML[1,5,25] = 76860	ML[1,8,5] = 31230

ML[1,8,6] = 31230	ML[1,9,25] = 139670	ML[1,11,25] = 105420	ML[2,1,2] = 4085	ML[2,2,8] = 296
ML[1,8,7] = 31230	ML[1,9,26] = 109670	ML[1,11,26] = 35810	ML[2,1,3] = 4085	ML[2,2,9] = 296
ML[1,8,8] = 31230	ML[1,9,27] = 79670	ML[1,11,27] = 88520	ML[2,1,4] = 4085	ML[2,2,10] = 296
ML[1,8,9] = 31230	ML[1,9,28] = 19670	ML[1,11,28] = 25724	ML[2,1,5] = 4085	ML[2,2,11] = 5570
ML[1,8,10] = 31230	ML[1,10,0] = 80000	ML[1,12,0] = 90000	ML[2,1,6] = 4085	ML[2,2,12] = 1013
ML[1,8,11] = 31230	ML[1,10,1] = 80000	ML[1,12,1] = 41860	ML[2,1,7] = 4085	ML[2,2,13] = 1013
ML[1,8,12] = 850	ML[1,10,2] = 280000	ML[1,12,2] = 41860	ML[2,1,8] = 4085	ML[2,2,14] = 1013
ML[1,8,13] = 850	ML[1,10,3] = 280000	ML[1,12,3] = 41860	ML[2,1,9] = 4085	ML[2,2,15] = 1013
ML[1,8,14] = 850	ML[1,10,4] = 236810	ML[1,12,4] = 41860	ML[2,1,10] = 4085	ML[2,2,16] = 8650
ML[1,8,15] = 850	ML[1,10,5] = 189520	ML[1,12,5] = 41860	ML[2,1,11] = 4085	ML[2,2,17] = 13923
ML[1,9,0] = 55000	ML[1,10,6] = 189520	ML[1,12,6] = 16850	ML[2,1,12] = 4085	ML[2,2,18] = 11487
ML[1,9,1] = 55000	ML[1,10,7] = 142580	ML[1,12,7] = 16850	ML[2,1,13] = 4085	ML[2,2,19] = 9302
ML[1,9,2] = 124080	ML[1,10,8] = 97860	ML[1,12,8] = 16850	ML[2,1,14] = 4085	ML[2,2,20] = 6866
ML[1,9,3] = 124010	ML[1,10,9] = 50570	ML[1,12,9] = 16850	ML[2,1,15] = 4085	ML[2,2,21] = 6866
ML[1,9,4] = 124010	ML[1,10,10] = 22920	ML[1,12,10] = 16850	ML[2,1,16] = 2680	ML[2,2,22] = 6866
ML[1,9,5] = 124010	ML[1,11,0] = 90000	ML[1,12,11] = 16720	ML[2,1,17] = 2680	ML[2,2,23] = 4430
ML[1,9,6] = 124010	ML[1,11,1] = 90000	ML[1,12,12] = 16720	ML[2,1,18] = 2680	ML[2,2,24] = 12762
ML[1,9,7] = 64020	ML[1,11,2] = 90000	ML[1,12,13] = 16720	ML[2,1,19] = 2680	ML[2,2,25] = 12762
ML[1,9,8] = 64020	ML[1,11,3] = 90000	ML[1,12,14] = 16720	ML[2,1,20] = 2680	ML[2,2,26] = 10326
ML[1,9,9] = 64020	ML[1,11,4] = 65490	ML[1,12,15] = 16720	ML[2,1,21] = 2680	ML[2,2,27] = 7890
ML[1,9,10] = 3100	ML[1,11,5] = 34570	ML[1,12,16] = 16720	ML[2,1,22] = 2680	ML[2,2,28] = 5454
ML[1,9,11] = 3100	ML[1,11,6] = 34490	ML[1,12,17] = 16720	ML[2,1,23] = 2680	ML[2,3,0] = 6000
ML[1,9,12] = 3100	ML[1,11,7] = 34490	ML[1,12,18] = 16720	ML[2,1,24] = 2680	ML[2,3,1] = 6000
ML[1,9,13] = 3100	ML[1,11,8] = 3570	ML[1,12,19] = 16720	ML[2,1,25] = 2680	ML[2,3,2] = 14775
ML[1,9,14] = 3100	ML[1,11,13] = 119330	ML[1,12,20] = 16720	ML[2,1,26] = 2680	ML[2,3,3] = 12864
ML[1,9,15] = 3100	ML[1,11,14] = 124750	ML[1,12,21] = 16720	ML[2,1,27] = 2680	ML[2,3,4] = 12864
ML[1,9,16] = 3100	ML[1,11,15] = 77290	ML[1,12,22] = 16720	ML[2,1,28] = 2680	ML[2,3,5] = 12864
ML[1,9,17] = 3100	ML[1,11,16] = 77290	ML[1,12,23] = 16720	ML[2,2,0] = 5000	ML[2,3,6] = 12864
ML[1,9,18] = 53120	ML[1,11,17] = 47310	ML[1,12,24] = 16720	ML[2,2,1] = 14542	ML[2,3,7] = 12864
ML[1,9,19]=126980	ML[1,11,18] = 47310	ML[1,12,25] = 16720	ML[2,2,2] = 12106	ML[2,3,8] = 10428
ML[1,9,20] = 78990	ML[1,11,19] = 47310	ML[1,12,26] = 16720	ML[2,2,3] = 7312	ML[2,3,9] = 7992
ML[1,9,21]=128100	ML[1,11,20] = 47310	ML[1,12,27] = 16720	ML[2,2,4] = 2659	ML[2,3,10] = 7428
ML[1,9,22] = 80070	ML[1,11,21] = 47310	ML[1,12,28] = 16720	ML[2,2,5] = 296	ML[2,3,11] = 7428

ML[1,9,23]=132080	ML[1,11,22] = 47290	ML[2,1,0] = 5000	ML[2,2,6] = 296	ML[2,3,12] = 7428
ML[1,9,24] = 83360	ML[1,11,24] = 52710	ML[2,1,1] = 4085	ML[2,2,7] = 296	ML[2,3,13] = 7424
ML[2,3,14] = 7424	ML[2,5,10] = 4164	ML[2,6,27] = 4361	ML[2,8,6] = 7644	ML[2,10,4] = 16890
ML[2,3,15] = 7424	ML[2,5,11] = 4164	ML[2,6,28] = 4361	ML[2,8,7] = 7644	ML[2,10,5] = 16890
ML[2,3,16] = 3957	ML[2,5,12] = 4164	ML[2,7,0] = 5300	ML[2,8,8] = 4552	ML[2,10,6] = 14389
ML[2,3,17] = 1521	ML[2,5,13] = 4164	ML[2,7,1] = 24261	ML[2,8,9] = 4195	ML[2,10,7] = 14389
ML[2,3,19] = 7386	ML[2,5,14] = 4164	ML[2,7,2] = 24261	ML[2,8,27] = 9399	ML[2,10,8] = 9801
ML[2,3,20] = 12587	ML[2,5,15] = 4164	ML[2,7,3] = 24254	ML[2,8,28] = 9399	ML[2,10,9] = 9801
ML[2,3,21] = 9550	ML[2,5,16] = 4164	ML[2,7,4] = 21346	ML[2,9,0] = 6000	ML[2,10,10] = 9801
ML[2,3,22] = 7747	ML[2,5,17] = 4164	ML[2,7,5] = 21346	ML[2,9,1] = 2935	ML[2,10,11] = 9788
ML[2,3,23] = 2948	ML[2,6,0] = 5500	ML[2,7,6] = 21346	ML[2,9,2] = 2935	ML[2,10,12] = 9317
ML[2,3,24] = 7308	ML[2,6,1] = 2500	ML[2,7,7] = 15347	ML[2,9,3] = 22058	ML[2,10,14] = 542
ML[2,4,0] = 10000	ML[2,6,2] = 19408	ML[2,7,8] = 15347	ML[2,9,4] = 21434	ML[2,10,23] = 5271
ML[2,4,1] = 10000	ML[2,6,3] = 19404	ML[2,7,9] = 15347	ML[2,9,5] = 21434	ML[2,10,24] = 11188
ML[2,4,2] = 8790	ML[2,6,4] = 19404	ML[2,7,10] = 13450	ML[2,9,6] = 21434	ML[2,10,25] = 16459
ML[2,4,3] = 8790	ML[2,6,5] = 19404	ML[2,7,11] = 13450	ML[2,9,7] = 21434	ML[2,10,26] = 9498
ML[2,4,4] = 8789	ML[2,6,6] = 13412	ML[2,7,12] = 13450	ML[2,9,8] = 21434	ML[2,10,27] = 14769
ML[2,4,5] = 8776	ML[2,6,7] = 13412	ML[2,7,13] = 13450	ML[2,9,9] = 16705	ML[2,10,28] = 5452
ML[2,4,6] = 5338	ML[2,6,8] = 13412	ML[2,7,14] = 13450	ML[2,9,10] = 16705	ML[2,11,0] = 8000
ML[2,4,7] = 2918	ML[2,6,9] = 7769	ML[2,7,15] = 13450	ML[2,9,11] = 7683	ML[2,11,1] = 15890
ML[2,4,8] = 2918	ML[2,6,10] = 2485	ML[2,7,16] = 13450	ML[2,9,12] = 8225	ML[2,11,2] = 15890
ML[2,4,9] = 2918	ML[2,6,11] = 2485	ML[2,7,17] = 10452	ML[2,9,13] = 8225	ML[2,11,3] = 14418
ML[2,4,10] = 2918	ML[2,6,12] = 2485	ML[2,7,18] = 10452	ML[2,9,14] = 4588	ML[2,11,4] = 14418
ML[2,4,11] = 2918	ML[2,6,13] = 6675	ML[2,7,19] = 10452	ML[2,9,15] = 4588	ML[2,11,5] = 9996
ML[2,4,12] = 2918	ML[2,6,14] = 12961	ML[2,7,20] = 10452	ML[2,9,18] = 5416	ML[2,11,6] = 9996
ML[2,4,13] = 2918	ML[2,6,15] = 7585	ML[2,7,21] = 8400	ML[2,9,19] = 687	ML[2,11,7] = 9996
ML[2,4,14] = 2918	ML[2,6,16] = 7585	ML[2,7,22] = 5399	ML[2,9,20] = 687	ML[2,11,8] = 9996
ML[2,5,0] = 9000	ML[2,6,17] = 7583	ML[2,7,23] = 5399	ML[2,9,21] = 7306	ML[2,11,9] = 9996
ML[2,5,1] = 9000	ML[2,6,18] = 7583	ML[2,7,24] = 5399	ML[2,9,22] = 2862	ML[2,11,10] = 9996
ML[2,5,2] = 7264	ML[2,6,19] = 4583	ML[2,7,25] = 5399	ML[2,9,23] = 2861	ML[2,11,11] = 9996
ML[2,5,3] = 7264	ML[2,6,20] = 11491	ML[2,7,26] = 2399	ML[2,9,24] = 2215	ML[2,11,12] = 9996
ML[2,5,4] = 7264	ML[2,6,21] = 7887	ML[2,8,0] = 9000	ML[2,9,25] = 2215	ML[2,11,13] = 9996
ML[2,5,5] = 4172	ML[2,6,22] = 4361	ML[2,8,1] = 9000	ML[2,9,27] = 5271	ML[2,11,14] = 9996
ML[2,5,6] = 4164	ML[2,6,23] = 4361	ML[2,8,2] = 7644	ML[2,9,28] = 542	ML[2,11,15] = 5792
ML[2,5,7] = 4164	ML[2,6,24] = 4361	ML[2,8,3] = 7644	ML[2,10,0] = 5500	ML[2,11,16] = 5792
ML[2,5,8] = 4164	ML[2,6,25] = 4361	ML[2,8,4] = 7644	ML[2,10,2] = 20000	ML[2,11,17] = 5792

ML[2,5,9] = 4164

ML[2,6,26] = 4361

ML[2,8,5] = 7644

ML[2,10,3] = 16890

ML[2,11,18] = 5792



ML[2,11,19] = 5792	ML[3,1,17] = 1521	ML[3,3,5] = 15486	ML[3,4,11] = 2436	ML[3,6,4] = 19922
ML[2,11,20] = 5792	ML[3,2,0] = 5500	ML[3,3,6] = 15486	ML[3,4,12] = 2436	ML[3,6,5] = 16830
ML[2,11,21] = 5792	ML[3,2,1] = 5042	ML[3,3,7] = 13066	ML[3,4,13] = 2436	ML[3,6,6] = 16822
ML[2,11,22] = 5792	ML[3,2,2] = 12606	ML[3,3,8] = 10630	ML[3,4,14] = 2436	ML[3,6,7] = 13472
ML[2,11,23] = 5792	ML[3,2,3] = 7812	ML[3,3,9] = 10630	ML[3,4,15] = 2436	ML[3,6,8] = 10380
ML[2,11,24] = 5792	ML[3,2,4] = 3159	ML[3,3,10] = 10630	ML[3,4,16] = 2436	ML[3,6,9] = 10380
ML[2,11,25] = 5792	ML[3,2,5] = 796	ML[3,3,11] = 10630	ML[3,5,0] = 6000	ML[3,6,10] = 4288
ML[2,11,26] = 5792	ML[3,2,6] = 796	ML[3,3,12] = 10630	ML[3,5,1] = 1961	ML[3,6,11] = 4288
ML[2,11,27] = 5792	ML[3,2,7] = 796	ML[3,3,13] = 10630	ML[3,5,2] = 451	ML[3,6,12] = 4288
ML[2,11,28] = 5792	ML[3,2,8] = 796	ML[3,3,14] = 10630	ML[3,5,3] = 451	ML[3,6,13] = 4288
ML[2,12,0] = 8000	ML[3,2,9] = 796	ML[3,3,15] = 10630	ML[3,5,4] = 20451	ML[3,6,14] = 4288
ML[2,12,1] = 8000	ML[3,2,10] = 796	ML[3,3,16] = 7180	ML[3,5,5] = 20451	ML[3,6,15] = 4288
ML[2,12,2] = 8000	ML[3,2,11] = 6070	ML[3,3,17] = 7180	ML[3,5,6] = 20451	ML[3,6,16] = 4288
ML[2,12,3] = 18000	ML[3,2,12] = 1513	ML[3,3,18] = 7180	ML[3,5,7] = 20451	ML[3,6,17] = 4164
ML[2,12,4] = 13895	ML[3,2,13] = 1513	ML[3,3,19] = 4566	ML[3,5,8] = 20451	ML[3,7,0] = 5000
ML[2,12,5] = 9166	ML[3,2,14] = 1513	ML[3,3,20] = 9767	ML[3,5,9] = 14808	ML[3,7,1] = 5000
ML[2,12,6] = 9166	ML[3,2,15] = 1513	ML[3,3,21] = 6730	ML[3,5,10] = 9524	ML[3,7,2] = 5000
ML[2,12,7] = 4472	ML[3,2,16] = 9150	ML[3,3,22] = 4928	ML[3,5,11] = 9524	ML[3,7,3] = 4993
ML[3,1,0] = 10000	ML[3,2,17] = 14423	ML[3,3,23] = 10129	ML[3,5,12] = 9524	ML[3,7,4] = 4993
ML[3,1,1] = 9303	ML[3,2,18] = 11987	ML[3,3,24] = 5257	ML[3,5,13] = 3714	ML[3,7,5] = 4993
ML[3,1,2] = 9303	ML[3,2,19] = 9802	ML[3,3,25] = 385	ML[3,5,17] = 7126	ML[3,7,6] = 4993
ML[3,1,3] = 9303	ML[3,2,20] = 17366	ML[3,3,26] = 385	ML[3,5,18] = 7126	ML[3,7,7] = 2344
ML[3,1,4] = 9303	ML[3,2,21] = 17366	ML[3,3,27] = 385	ML[3,5,19] = 7126	ML[3,7,8] = 2344
ML[3,1,5] = 9303	ML[3,2,22] = 17365	ML[3,3,28] = 385	ML[3,5,20] = 5656	ML[3,7,9] = 1987
ML[3,1,6] = 5865	ML[3,2,23] = 14929	ML[3,4,0] = 10000	ML[3,5,22] = 3473	ML[3,7,10] = 1987
ML[3,1,7] = 5865	ML[3,2,24] = 22493	ML[3,4,1] = 9782	ML[3,5,23] = 3473	ML[3,7,11] = 1987
ML[3,1,8] = 5865	ML[3,2,25] = 20057	ML[3,4,2] = 7347	ML[3,5,24] = 3473	ML[3,7,12] = 1987
ML[3,1,9] = 5865	ML[3,2,26] = 17621	ML[3,4,3] = 5436	ML[3,5,25] = 3473	ML[3,7,13] = 1987
ML[3,1,10] = 5865	ML[3,2,27] = 15185	ML[3,4,4] = 5436	ML[3,5,26] = 473	ML[3,7,14] = 1987
ML[3,1,11] = 5865	ML[3,2,28] = 12749	ML[3,4,5] = 5436	ML[3,5,27] = 7473	ML[3,7,15] = 1987
ML[3,1,12] = 5865	ML[3,3,0] = 5500	ML[3,4,6] = 5436	ML[3,5,28] = 7473	ML[3,7,16] = 1987
ML[3,1,13] = 5861	ML[3,3,1] = 5500	ML[3,4,7] = 5436	ML[3,6,0] = 5500	ML[3,7,17] = 1987
ML[3,1,14] = 5861	ML[3,3,2] = 5500	ML[3,4,8] = 5436	ML[3,6,1] = 5500	ML[3,7,18] = 1987
ML[3,1,15] = 2943	ML[3,3,3] = 15500	ML[3,4,9] = 3000	ML[3,6,2] = 22830	ML[3,7,19] = 1987
ML[3,1,16] = 1521	ML[3,3,4] = 15499	ML[3,4,10] = 2436	ML[3,6,3] = 22830	ML[3,7,20] = 1987

ML[3,7,21] = 1987	ML[3,10,4] = 17651	ML[3,11,15] = 2017	PM[1,5,14] = 1	PM[3,2,17] = 1
ML[3,7,22] = 1987	ML[3,10,5] = 17651	ML[3,11,16] = 2017	PM[1,5,19] = 1	PM[3,2,20] = 1
ML[3,7,23] = 1987	ML[3,10,6] = 17651	ML[3,11,17] = 2017	PM[1,5,20] = 1	PM[3,3,20] = 1
ML[3,7,24] = 1987	ML[3,10,7] = 12957	ML[3,11,18] = 2017	PM[1,9,18] = 1	PM[3,3,23] = 1
ML[3,7,25] = 1987	ML[3,10,8] = 8485	ML[3,11,19] = 2017	PM[1,9,19] = 1	PM[3,5,17] = 1
ML[3,7,26] = 1987	ML[3,10,9] = 3756	ML[3,11,20] = 2017	PM[1,9,21] = 1	PM[3,5,22] = 1
ML[3,7,27] = 1987	ML[3,10,10] = 3756	ML[3,11,21] = 2017	PM[1,9,23] = 1	PM[3,5,27] = 1
ML[3,7,28] = 1987	ML[3,10,14] = 6363	ML[3,11,22] = 2017	PM[1,9,25] = 1	PM[3,8,15] = 1
ML[3,8,0] = 8000	ML[3,10,15] = 6363	ML[3,11,23] = 9709	PM[1,11,13] = 2	PM[3,10,14] = 1
ML[3,8,1] = 8000	ML[3,10,16] = 1775	ML[3,11,24] = 14980	PM[1,11,14] = 1	PM[3,10,18] = 1
ML[3,8,2] = 5996	ML[3,10,17] = 1775	ML[3,11,25] = 10251	PM[1,11,24] = 1	PM[3,10,21] = 1
ML[3,8,3] = 5992	ML[3,10,18] = 7191	ML[3,11,26] = 13290	PM[1,11,25] = 1	PM[3,10,27] = 1
ML[3,8,4] = 5992	ML[3,10,19] = 2462	ML[3,11,27] = 18561	PM[1,11,27] = 1	PM[3,11,13] = 1
ML[3,8,5] = 5992	ML[3,10,20] = 2462	ML[3,11,28] = 9244	PM[2,2,11] = 1	PM[3,11,14] = 1
ML[3,8,15] = 4624	ML[3,10,21] = 9081	ML[3,12,0] = 8500	PM[2,2,16] = 1	PM[3,11,23] = 1
ML[3,8,16] = 4624	ML[3,10,22] = 4637	ML[3,12,1] = 8500	PM[2,2,17] = 1	PM[3,11,24] = 1
ML[3,8,17] = 4622	ML[3,10,23] = 2215	ML[3,12,2] = 8500	PM[2,2,24] = 1	PM[3,11,26] = 1
ML[3,8,18] = 4622	ML[3,10,24] = 2215	ML[3,12,3] = 8500	PM[2,3,19] = 1	PM[3,11,27] = 1
ML[3,8,19] = 1622	ML[3,10,25] = 2215	ML[3,12,4] = 8500	PM[2,3,20] = 1	MD[1,1,1,8] = 2436
ML[3,9,0] = 4500	ML[3,10,27] = 5271	ML[3,12,5] = 8500	PM[2,3,24] = 1	MD[1,1,1,9] = 2436
ML[3,9,1] = 1830	ML[3,10,28] = 542	ML[3,12,6] = 8500	PM[2,6,13] = 1	MD[1,1,1,10] = 564
ML[3,9,2] = 11830	ML[3,11,0] = 5000	ML[3,12,7] = 8500	PM[2,6,14] = 1	MD[1,1,1,13] = 4
ML[3,9,3] = 10953	ML[3,11,2] = 20000	ML[3,12,8] = 8500	PM[2,6,20] = 1	MD[1,1,1,15] =
ML[3,9,4] = 10953	ML[3,11,3] = 17533	ML[3,12,9] = 8500	PM[2,8,27] = 1	MD[1,1,1,17] =
ML[3,9,5] = 6224	ML[3,11,4] = 17533	ML[3,12,10] = 8500	PM[2,9,12] = 1	MD[1,1,3,1] = 915
ML[3,9,6] = 6224	ML[3,11,5] = 13111	ML[3,12,11] = 8500	PM[2,9,18] = 1	MD[1,1,3,2] = 2435
ML[3,9,7] = 6224	ML[3,11,6] = 10610	PM[1,1,15] = 1	PM[2,9,21] = 1	MD[1,1,3,3] = 1911
ML[3,9,8] = 6224	ML[3,11,7] = 10610	PM[1,2,17] = 1	PM[2,9,27] = 1	MD[1,1,3,4] = 1
ML[3,9,9] = 6224	ML[3,11,8] = 6022	PM[1,2,23] = 1	PM[2,10,14] = 1	MD[1,1,3,5] = 13
ML[3,9,10] = 6224	ML[3,11,9] = 6022	PM[1,2,24] = 1	PM[2,10,23] = 1	MD[1,1,3,6] = 3438
ML[3,9,11] = 958	ML[3,11,10] = 6022	PM[1,3,12] = 1	PM[2,10,24] = 1	MD[1,1,3,16] =
ML[3,10,0] = 7500	ML[3,11,11] = 6009	PM[1,3,16] = 1	PM[2,10,25] = 1	MD[1,1,3,17] = 625
ML[3,10,1] = 4495	ML[3,11,12] = 5538	PM[1,3,18] = 1	PM[2,10,27] = 1	MD[1,1,3,18] = 687
ML[3,10,2] = 4495	ML[3,11,13] = 6221	PM[1,3,21] = 1	PM[3,2,11] = 1	MD[1,1,3,25] = 503
ML[3,10,3] = 22380	ML[3,11,14] = 6763	PM[1,3,26] = 1	PM[3,2,16] = 1	MD[1,1,6,7] = 2420

MD[1,1,9,18] = 834	MD[1,3,1,15] = 2918	MD[2,1,2,25] = 2436	MD[2,3,2,19] = 2185	MD[3,2,6,19] = 3000
MD[1,1,9,20] = 4799	MD[1,3,1,18] = 1521	PM[1,7,27] = 1	PM[3,2,24] = 1	MD[2,3,2,17] = 4727
MD[1,1,9,21] = 3037	MD[1,3,3,4] = 1	MD[2,1,2,27] = 2436	MD[2,3,2,20] = 2436	MD[2,3,2,18] = 2436
MD[1,1,9,22] = 1802	MD[1,3,3,5] = 13	MD[2,1,2,28] = 2436	MD[2,3,2,22] = 1	MD[3,2,6,21] = 3604
MD[1,1,9,23] = 4799	MD[1,3,3,7] = 2420	MD[2,1,4,5] = 1564	MD[2,3,2,23] = 2436	MD[3,2,6,22] = 3526
MD[1,1,9,24] = 4872	MD[1,3,3,8] = 2436	MD[2,1,4,20] = 2436	MD[2,3,2,24] = 2436	MD[3,3,5,1] = 3000
MD[1,1,9,25] = 4369	MD[1,3,3,16] = 3450	MD[2,2,2,1] = 458	MD[2,3,2,25] = 2436	MD[3,3,5,2] = 1088
MD[1,2,1,1] = 915	MD[1,3,3,19] = 2614	MD[2,2,2,2] = 2436	MD[2,3,2,26] = 2436	MD[3,3,5,9] = 5643
MD[1,2,1,16] = 1405	MD[1,3,3,20] = 4799	MD[2,2,2,3] = 4794	MD[2,3,2,27] = 2436	MD[3,3,5,10] = 5284
MD[1,2,3,2] = 1225	MD[1,3,3,21] = 3037	MD[2,2,2,4] = 4653	MD[2,3,2,28] = 2436	MD[3,3,5,13] = 5810
MD[1,2,3,3] = 1911	MD[1,3,3,22] = 1802	MD[2,2,2,5] = 2363	MD[3,1,1,1] = 3000	MD[3,3,5,14] = 3714
MD[1,2,3,8] = 2436	MD[1,3,3,23] = 4799	MD[2,2,2,11] = 4726	MD[3,1,1,2] = 3092	MD[3,3,5,20] = 1470
MD[1,2,3,9] = 2436	MD[1,3,3,24] = 4872	MD[2,2,2,12] = 4557	MD[3,1,1,3] = 4	MD[3,3,5,21] = 3604
MD[1,2,3,10] = 564	MD[1,3,3,25] = 4872	MD[2,2,2,16] = 2363	MD[3,1,1,6] = 1945	MD[3,3,5,22] = 3526
MD[1,2,3,13] = 4	MD[1,3,4,1] = 218	MD[2,2,2,17] = 4727	MD[3,1,1,10] = 2519	MD[3,3,8,2] = 2004
MD[1,2,3,16] = 3467	MD[1,3,4,2] = 2435	MD[2,2,2,18] = 2436	MD[3,1,5,6] = 4047	MD[3,3,8,3] = 4
MD[1,2,3,17] = 2436	MD[1,3,4,3] = 1911	MD[2,2,2,19] = 2185	MD[3,1,5,9] = 5643	MD[3,3,8,6] = 5992
MD[1,2,3,18] = 1521	MD[1,3,4,9] = 2436	MD[2,2,2,20] = 2436	MD[3,1,5,13] = 5810	MD[3,3,8,15] = 5376
MD[1,2,3,19] = 2614	MD[1,3,4,10] = 564	MD[2,2,2,23] = 2436	MD[3,1,5,14] = 3714	MD[3,3,8,17] = 2
MD[1,2,3,20] = 4799	MD[1,3,4,17] = 2436	MD[2,2,2,24] = 1668	MD[3,1,5,15] = 5376	MD[3,3,8,19] = 3000
MD[1,2,3,21] = 3037	MD[2,1,2,1] = 458	MD[2,2,2,26] = 2436	MD[3,1,5,17] = 2	MD[3,3,8,20] = 1622
MD[1,2,3,22] = 1802	MD[2,1,2,2] = 2436	MD[2,2,2,27] = 2436	MD[3,1,5,19] = 3000	MD[4,1,7,1] = 1039
MD[1,2,3,23] = 4799	MD[2,1,2,3] = 4794	MD[2,2,2,28] = 2436	MD[3,1,5,20] = 3092	MD[4,1,7,4] = 457
MD[1,2,3,24] = 4872	MD[2,1,2,4] = 4653	MD[2,2,3,22] = 1	MD[3,1,5,21] = 3604	MD[4,1,9,2] = 3092
MD[1,2,3,25] = 4872	MD[2,1,2,5] = 799	MD[2,2,3,24] = 768	MD[3,1,5,22] = 3526	MD[4,1,9,3] = 7
MD[1,2,4,2] = 1210	MD[2,1,2,11] = 4726	MD[2,2,3,25] = 2436	MD[3,1,10,10] = 2765	MD[4,1,9,7] = 5999
MD[1,2,4,4] = 1	MD[2,1,2,12] = 4557	MD[2,3,2,1] = 458	MD[3,2,6,1] = 3000	MD[4,1,9,10] = 6092
MD[1,2,4,5] = 13	MD[2,1,2,16] = 2363	MD[2,3,2,2] = 2436	MD[3,2,6,2] = 3092	MD[4,1,9,18] = 4164
MD[1,2,4,6] = 3438	MD[2,1,2,17] = 4727	MD[2,3,2,3] = 4794	MD[3,2,6,3] = 4	MD[4,1,9,21] = 2052
MD[1,2,4,7] = 2420	MD[2,1,2,18] = 2436	MD[2,3,2,4] = 4653	MD[3,2,6,6] = 5992	MD[4,1,9,22] = 3001
MD[1,2,4,15] = 2918	MD[2,1,2,19] = 2185	MD[2,3,2,5] = 2363	MD[3,2,6,9] = 5643	MD[4,1,9,26] = 3000
MD[1,3,1,1] = 697	MD[2,1,2,22] = 1	MD[2,3,2,11] = 4726	MD[3,2,6,10] = 5284	MD[4,1,9,27] = 3000
MD[1,3,1,6] = 3438	MD[2,1,2,23] = 2436	MD[2,3,2,12] = 4557	MD[3,2,6,13] = 5810	MD[4,1,11,4] = 2451

MD[1,3,1,13] = 4	MD[2,1,2,24] = 2436	MD[2,3,2,16] = 2363	MD[3,2,6,14] = 3714	MD[4,1,11,5] = 3092
MD[4,1,11,9] = 357	MD[4,3,6,17] = 124	MD[5,2,10,15] = 542	MD[6,1,3,19] = 4729	MD[6,2,12,7] = 4694
MD[3,2,6,15] = 5376	MD[4,1,11,6] = 8	MD[5,2,10,23]=4729	MD[6,1,3,21] = 3381	MD[6,2,12,8] = 4472
MD[3,2,6,17] = 2	MD[4,1,11,8] = 3092	MD[5,2,10,24]=4083	MD[6,1,3,22] = 4442	MD[6,3,9,1] = 2670
MD[4,2,5,2] = 1736	MD[4,3,7,3] = 7	MD[5,2,10,25]=4729	MD[6,1,3,23] = 1	MD[6,3,9,3] = 877
MD[4,2,5,5] = 3092	MD[4,3,7,7] = 2649	MD[5,2,10,26]=6961	MD[6,1,3,26] = 2215	MD[6,3,9,5] = 4729
MD[4,2,5,6] = 8	MD[4,3,7,9] = 357	MD[5,2,10,27]=4729	MD[6,1,3,27] = 4729	MD[6,3,9,11] = 5266
MD[4,2,5,18] = 4164	MD[5,1,7,1] = 3191	MD[5,2,10,28]=9317	MD[6,1,3,28] = 4729	MD[6,3,9,12] = 958
MD[4,2,7,1] = 1039	MD[5,1,7,3] = 4582	MD[5,2,11,1] = 2110	MD[6,1,6,1] = 2670	MD[6,3,10,4] = 4729
MD[4,2,7,3] = 7	MD[5,1,7,5] = 4422	MD[5,2,11,3] = 1472	MD[6,1,6,4] = 410	MD[6,3,10,7] = 4694
MD[4,2,7,4] = 2908	MD[5,1,7,8] = 4588	MD[5,2,11,5] = 4422	MD[6,1,8,3] = 877	MD[6,3,10,8] = 4472
MD[4,2,7,7] = 5999	MD[5,1,7,12] = 471	MD[5,2,11,15]=4204	MD[6,1,8,12] = 3038	MD[6,3,10,9] = 4729
MD[4,2,7,10] = 1897	MD[5,1,7,13] = 1250	MD[5,3,10,1] = 3005	MD[6,1,8,16] = 85	MD[6,3,10,11] =3756
MD[4,2,7,17] = 2998	MD[5,1,7,28] = 9317	MD[5,3,10,3] = 2115	MD[6,1,10,4] = 4319	MD[6,3,10,14] =3637
MD[4,2,7,21] = 2052	MD[5,1,11,13] = 8067	MD[5,3,10,22] = 2	MD[6,1,10,5] = 4729	MD[6,3,10,16] =4588
MD[4,2,7,22] = 3001	MD[5,1,11,14] = 9458	MD[5,3,10,23]=2421	MD[6,1,10,7] = 4694	MD[6,3,10,18] =4584
MD[4,2,7,26] = 3000	MD[5,1,11,15] = 4746	MD[5,3,11,1] = 5000	MD[6,1,10,8] = 4472	MD[6,3,10,19] =4729
MD[4,2,7,27] = 2399	MD[5,1,11,22] = 2	MD[5,3,11,3] = 2467	MD[6,1,10,9] = 4729	MD[6,3,10,21] =3381
MD[4,2,8,2] = 1356	MD[5,1,11,23] = 4729	MD[5,3,11,5] = 4422	MD[6,1,10,11]=2292	MD[6,3,10,22] =4442
MD[4,2,8,8] = 3092	MD[5,1,11,24] = 4729	MD[5,3,11,6] = 2501	MD[6,2,9,1] = 2670	MD[6,3,10,23] = 1
MD[4,2,8,9] = 357	MD[5,1,11,25] = 4729	MD[5,3,11,8] = 4588	MD[6,2,9,3] = 877	MD[6,3,10,26] =2215
MD[4,2,8,10] = 4195	MD[5,1,11,26] = 6961	MD[5,3,11,11] = 13	MD[6,2,9,4] = 624	MD[6,3,10,27] =4729
MD[4,2,8,27] = 601	MD[5,1,11,27] = 4729	MD[5,3,11,12] = 471	MD[6,2,9,9] = 4729	MD[6,3,10,28] =4729
MD[4,3,5,1] = 1039	MD[5,1,12,1] = 4814	MD[5,3,11,13]=9317	MD[6,2,9,11] = 9022	MD[6,3,12,12] =8500
MD[4,3,5,2] = 422	MD[5,1,12,6] = 2501	MD[5,3,11,14]=9458	MD[6,2,9,12] = 9458	MD[6,3,10,22] =4442
MD[4,3,5,17] = 2874	MD[5,1,12,11] = 13	MD[5,3,11,15]=4746	MD[6,2,9,14] = 3637	MD[6,3,10,23] = 1
MD[4,3,5,21] = 2052	MD[5,2,9,1] = 395	MD[5,3,11,23]=2308	MD[6,2,9,16] = 4588	MD[6,3,10,26] =2215
MD[4,3,5,22] = 3001	MD[5,2,9,22] = 2	MD[5,3,11,24]=4729	MD[6,2,9,18] = 4584	MD[6,3,10,27] =4729
MD[4,3,5,26] = 3000	MD[5,2,9,24] = 646	MD[5,3,11,25]=4729	MD[6,2,9,19] = 4729	MD[6,3,10,28] =4729
MD[4,3,5,27] = 3000	MD[5,2,10,1] = 5500	MD[5,3,11,26]=6961	MD[6,2,9,21] = 3381	MD[6,3,12,12] =8500
MD[4,3,6,2] = 2670	MD[5,2,10,3] = 3110	MD[5,3,11,27]=4729	MD[6,2,9,22] = 4442	
MD[4,3,6,4] = 2908	MD[5,2,10,6] = 2501	MD[5,3,11,28]=9317	MD[6,2,9,23] = 1	
MD[4,3,6,5] = 3092	MD[5,2,10,8] = 4588	MD[6,1,3,11] = 6730	MD[6,2,9,26] = 2215	
MD[4,3,6,6] = 8	MD[5,2,10,11] = 13	MD[6,1,3,12] = 6420	MD[6,2,9,27] = 4729	
MD[4,3,6,7] = 3350	MD[5,2,10,12] = 471	MD[6,1,3,14] = 3637	MD[6,2,9,28] = 4729	
MD[4,3,6,8] = 3092	MD[5,2,10,13] = 9317	MD[6,1,3,16] = 4503	MD[6,2,12,4] = 4105	

MD[4,3,6,10] = 6092	MD[5,2,10,14] = 9458	MD[6,1,3,18] = 4584	MD[6,2,12,5] = 4729	
---------------------	----------------------	---------------------	---------------------	--



附錄G 瓶頸工作站排程和訂單配貨模組各案例交貨批之加權零輝點率

附錄G-1 案例一各交貨批之加權零輝點率和
配貨效率值

案例一.				
訂單別	零輝點率要求下限	產品別	交貨批之加權零輝點率	配貨效率值
1_Cus1	90%	A	90%	100.00%
1_Cus1	90%	B	90%	100.00%
1_Cus1	90%	C	90%	100.00%
1_Cus1	90%	E	90%	100.00%
1_Cus1	90%	F	90%	100.00%
2_Cus1	90%	A	90%	100.00%
2_Cus1	90%	B	90%	100.00%
2_Cus1	90%	C	90%	100.00%
2_Cus1	90%	F	90%	100.00%
3_Cus2	85%	A	90.88%	93.53%
3_Cus2	85%	B	85%	100.00%
3_Cus2	85%	C	87.08%	97.62%
3_Cus2	85%	D	85%	100.00%
3_Cus2	85%	E	85%	100.00%
3_Cus2	85%	F	85%	100.00%
4_Cus2	85%	C	85%	100.00%
4_Cus2	85%	D	85%	100.00%
4_Cus2	85%	E	85%	100.00%
4_Cus2	85%	F	85.39%	99.54%
5_Cus3	85%	A	85.02%	99.98%
5_Cus3	85%	B	85%	100.00%
5_Cus3	85%	C	85%	100.00%
5_Cus3	85%	D	88.95%	95.56%
5_Cus3	85%	E	85%	100.00%
5_Cus3	85%	F	85%	100.00%
6_Cus3	85%	C	89.48%	95.00%
6_Cus3	85%	D	85%	100.00%
6_Cus3	85%	E	85%	100.00%
6_Cus3	85%	F	85%	100.00%
7_Cus4	87%	A	87%	100.00%
7_Cus4	87%	B	87%	100.00%
7_Cus4	87%	D	87%	100.00%

7_Cus4	87%	E	87%	100.00%
--------	-----	---	-----	---------



附錄 G-1 案例一各交貨批之加權零輝點率和配貨效率值(續)

7_Cus4	87%	F	87%	100.00%
8_Cus4	87%	C	87%	100.00%
8_Cus4	87%	D	87%	100.00%
8_Cus4	87%	E	87%	100.00%
8_Cus4	87%	F	87%	100.00%

附錄 G-2 案例二各交貨批之加權零輝點率和配貨效率值

案例二. 原始規劃結果				
訂單別	零輝點率要求下限	產品別	交貨批之加權零輝點率	配貨效率值
1_Cus1	90%	A	90.38%	99.58%
1_Cus1	90%	D	90%	100.00%
1_Cus1	90%	E	90%	100.00%
2_Cus2	85%	B	85%	100.00%
2_Cus2	85%	F	85%	100.00%
3_Cus3	85%	C	86.41%	98.37%
3_Cus3	85%	E	86.53%	98.23%
4_Cus4	87%	E	87%	100.00%
4_Cus4	87%	F	87%	100.00%
案例二. 新增 LCD 半成品				
訂單別	零輝點率要求下限	產品別	交貨批之加權零輝點率	配貨效率值
1_Cus1	90%	A	90.56%	99.38%
1_Cus1	90%	D	90%	100.00%
1_Cus1	90%	E	90%	100.00%
2_Cus2	85%	B	85%	100.00%
2_Cus2	85%	F	85.02%	99.98%
3_Cus3	85%	C	86.57%	98.19%
3_Cus3	85%	E	85%	100.00%
4_Cus4	87%	E	87.01%	99.99%
4_Cus4	87%	F	87%	100.00%

附錄 G-2 案例二各交貨批之加權零輝點率和
配貨效率值(續)

案例二. 調整訂單達交量				
訂單別	零輝點率要求下限	產品別	交貨批之加權零輝點率	配貨效率值
1_Cus1	90%	A	91.74%	98.10%
1_Cus1	90%	D	90%	100.00%
1_Cus1	90%	E	90%	100.00%
2_Cus2	85%	B	85%	100.00%
2_Cus2	85%	F	85%	100.00%
3_Cus3	85%	C	86.87%	97.85%
3_Cus3	85%	E	85%	100.00%
4_Cus4	87%	E	87.61%	99.30%
4_Cus4	87%	F	87%	100.00%

附錄 G-3 案例三各交貨批之加權零輝點率和配貨效率值

案例三.				
訂單別	零輝點率要求下限	產品別	交貨批之加權零輝點率	配貨效率值
1_Cus1	90%	A	91.54%	98.32%
1_Cus1	90%	D	90.00%	100.00%
1_Cus1	90%	E	90.00%	100.00%
2_Cus2	85%	B	85.64%	99.25%
2_Cus2	85%	F	85.00%	100.00%
3_Cus3	85%	C	86.98%	97.72%
3_Cus3	85%	E	85.00%	100.00%
4_Cus4	87%	E	87.00%	100.00%
4_Cus4	87%	F	87.00%	100.00%