

國立交通大學

工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

TFT-LCD 組立廠於製程可選擇情境下主生產

排程系統與可允諾機制之構建

The Construction of Master Production Scheduling System and

Available-to-Promise Mechanism under Process Selectable

Environment for the TFT-LCD Cell Assembly Factory

研究生：吳彥峯

指導教授：鍾淑馨 博士

中華民國九十九年七月

TFT-LCD 組立廠於製程可選擇情境下主生產排程系統
與可允諾機制之構建

The Construction of Master Production Scheduling System and
Available-to-Promise Mechanism under Process Selectable
Environment for the TFT-LCD Cell Assembly Factory

研究生：吳彥峯

Student：Yen-Feng Wu

指導教授：鍾淑馨 博士

Advisor：Dr. Shu-Hsing Chung

國立交通大學

工業工程與管理學系碩士班

碩士論文



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Industrial Engineering

July 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年七月

TFT-LCD 組立廠於製程可選擇情境下 主生產排程系統與可允諾機制之構建

研究生：吳彥峯

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

薄膜液晶顯示器之組立廠將彩色濾光片與陣列廠所產出之玻璃基板進行一組立動作，並注入液晶而形成一液晶面板之半成品。在組立製程可選擇情境下，訂單需求包含指定 HPS 製程、指定 ODF 製程與不指定製程的類型。生產中小型產品之工廠，因而須以接單式與預測式生產方式，並保有可用產能來回應顧客多樣化的訂單需求。本文因而建構「主生產排程系統」，用以規劃出整備次數最小化之排程，並輔以「可允諾機制」，以便在短時間內因應顧客之訂單需求來修改排程。

承上所述，本文建構之「主生產排程系統」，將針對重點工作站進行排程求解。其先以「產能估算機制」來辨識出三個重點工作站，並將之區分為瓶頸與次瓶頸工作站。接著進行「重點工作站規劃機制」，以整備次數最小化為目標，考量 HPS 製程與 ODF 製程產量配置和跨期是否免整備，透過整數規劃模式同時進行三個重點工作站排程之求解。「可允諾機制」，用於實際訂單來臨時，規劃出可滿足實際訂單之排程。其透過「訂單允諾模組」檢視主生產排程之可允諾量與可允諾產能等資訊，與新到臨訂單進行沖銷，以在短時間內滿足新來臨之實際訂單。若未能滿足實際訂單，則透過「重排程模組」在凍結已接訂單之排程下，考量重排程後與重排程前工作站平均利用率之差異，以較小的排程更動幅度來重新對預測式產品與實際訂單做排程。

案例結果顯示，本文所發展之「主生產排程系統」，可快速計算出重點工作站跨期是否免整備，以在短時間內求解出重點工作站整備次數最小化之排程。而「可允諾機制」，則可在短於「主生產排程系統」之求解時間下，滿足新來臨之實際訂單。

關鍵字：薄膜液晶顯示器、重點工作站、產量配置、跨期是否免整備、實際訂單

The Construction of Master Production Scheduling System and
Available-to-Promise Mechanism under Process Selectable Environment
for the TFT-LCD Cell Assembly Factory

Student : Yen-Feng Wu

Advisor : Dr. Shu-Hsing Chung

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

Abstract

The cell assembly factory assembles the color filter with the glass substrate produced from array factory, and filling with liquid crystal for making thin film transistor liquid crystal display (TFT-LCD). In the process selectable environment, each custom order can specify its required process such that orders can be classified as hot press (HPS) specified, one drop fill (ODF) specified, and unspecified. Factories that producing middle and small size products, thus take make-to-order (MTO) mixed with make-to-forecast (MTF) policy and try to keep some unused capacity to response the new arrived customer orders. As a result, this thesis proposes a master production scheduling system to plan a schedule with the most unused capacity, and develops the available-to-promise mechanism to response the new arrived customer orders in short time.

The proposed master production scheduling system solves the schedule for all major workstations. At first, rough cut capacity planning mechanism is used to identify three major workstations and then distinguishes the bottleneck and sub-bottleneck among them. Then major workstation planning mechanism is used to determine the production quantity of HPS process and of ODF process. An integer programming model is built to solve the schedule for the three major workstations simultaneously with minimization of the bottleneck's setup time as the objective function.

The proposed available-to-promise mechanism is applied when the new orders arrives. It adopts the order promise module to check whether the quantity available to promise and the capacity to promise can fulfill the new arrived orders or not. If the new order can not be fulfilled, rescheduling module freezes the schedule of the firm orders and reschedule the make to forecast orders and new arrived orders, with consideration of minimizing the difference of the bottleneck's average utilization rate before and after rescheduling.

According to the result of cases analysis, the proposed master production scheduling system can solve the schedule of the three major workstations and minimize setup times for the bottleneck with efficiency. The proposed available-to-promise mechanism can make the new arrived orders fulfilled with the time faster than rerunning the proposed master production scheduling system.

Key words : TFT-LCD, major workstations, production quantity, inter-period setup, actual order



誌謝

WOW!!!，不是魔獸世界，而是口試完後的歡呼，經過了兩年的歷練，總算結束了這趟艱辛的旅程。旅程中，每段考驗總是讓人有堅持不下去的念頭，所幸最後總是可以順利地完成。也正有如此困難重重的考驗，最後完成的喜悅感才是如此的難以形容。

首先，當然要謝謝我的父母，因為他們的教育與背後的支持，才能讓我渡過無數個考驗。而每當回到家時，總能讓我的壓力頓時全部解除。其次要感謝鍾淑馨老師，雖然跟著老師學習壓力很大且非常辛苦，但是我相信壓力才會使人成長，所以很感謝老師對我們一直抱持著高標準的要求，且不厭其煩的一直逐字改我們跟老太婆裹腳布一樣長的論文。

在兩年旅途中，也受到許多學長姊的幫助，感謝明賢學長跟俊穎學長對我們論文所提出的寶貴意見，讓我們的論文可以修改得更完整。感謝元銘學長提供我們論文題目，也督促我們一直學習，可惜最後玉山遊沒成行。感謝話多又吵的小潔，雖然每次妳一直機哩瓜拉吵個不停，讓我有時候覺得好煩，不過也是如此，才可以為死氣沉沉的 519 帶來一些生氣。感謝快要畢業的冷面笑匠：浩子，謝謝你教我一堆電腦上的知識，做實驗室管理員真是個不歸路...呵。感謝也是一臉正經卻很愛搞笑的阿派，謝謝你常跟我們傳授一些做論文的經驗，祝你當兵愉快。感謝說我愛碎碎念的碎碎念女王：周凱欣，真的是幫助我們完成論文的一大功臣，沒什麼話好說的，祝妳們幸福愉快，喜帖別忘了寄過來，謝。

再來，就是要感謝 007 以及 006 的同學，謝謝講話很好笑的眼鏡跟花，也謝謝甄姬小邱、小喬接森、馬岱小彥、陸遜佑任、AR 大麥、單手峰哥、普司馬宏彬、迷樣阿碰、濫詩淵、垃圾甄姬杰運這些三國戰友，跟你們在一起總是有很大的樂趣，也緩和我做論文的壓力。也謝謝很愛說垃圾話的兩位室友，峰哥跟納豆，我想應該是我上輩子沒燒好香吧=。(開玩笑)。

接著要感謝活力總是十足的學弟們，希望你們可以把 519 的氣氛帶成跟 007 一樣歡樂，那我想真的是功臣一件。謝謝出口成「章」的薛武、什麼都很強的小胖、跟小胖很曖昧的好好先生阿饒、模範生博翔跟衰神胥挺

峰，祝你們以後可以順利畢業!!不過你們要多留幾年陪陪老師也無所謂。

最後要感謝陪我兩年一起同甘共苦同學們，大家能一起熬過兩年的歷練真是不簡單，也很難得。首先就感謝兩年都是坐我旁邊的人妻小可，位置，辛苦妳長年來一直忍受我的毒舌攻擊，又把妳看成男生一樣不尊重妳，而且又一直煩妳，我真的是很對不起妳喔(以上純屬虛構)。不過，真的很感謝妳兩年的照顧(很多，所以我不一一列了)，還有指甲刀，讓我可以焦躁一直摳手的時候，幫我料理我的大拇哥。I have a dream，就是希望妳的膽可以回來。

其次感謝講話讓人想睡覺，運動起來卻衝衝衝的饅頭，我想妳可以給一些運動神經去講話那方面，這樣才可以有個好平衡。雖然在大學四年都同系，但是卻沒機會好好認識，而在研究所兩年每天的接觸下，發覺妳是一個很好的女生喔，跟妳相處很快樂喔，對自己有信心點。I have a dream，就是希望妳每天都穿裙子，展現自己的魅力。

接著要感謝活潑愛動又很多話的大雅，初次見面我還以為妳是個很靜又不愛叭叭造的女生，想不到完全相反。跟妳聊天總是覺得很愉快，出去玩的時候都很 Happy，壓力都沒了，希望以後還有機會可以出遊。而且妳唱歌很好聽喔，判若兩人。I have a dream，就是希望妳可以不要再想著要相親了，好好的找一個 Mr.Right 吧!!哈哈。

最後感謝好麻吉鄰騎線，就是死鴨子。跟你相處，害我的國文實力都 LOW 了不少，英文也是，我會永遠記得你的綠的(RED)。謝謝你兩年來幫了不少忙，不管是課業方面還有管理員的事務方面，都幫了很大的忙。表面上笨笨的你，沒想到真的就是笨笨的，不過卻有著一堆小聰明，例如玩遊戲的一堆賤招，讓我不得不佩服你，祝你最後當兵、愛情、事業都得意，I have a dream，祝你們幸福愉快，喜帖別忘了寄過來，謝。

經過兩年的歷練，終於要離開學生生涯了，總是會有一點不捨，但是還是得繼續向前走，來面對往後更艱難的挑戰。

彥峯 於交大 2010.08.12

目錄

摘要.....	II
Abstract.....	III
誌謝.....	V
目錄.....	VII
圖目錄.....	X
表目錄.....	XI
符號一欄表.....	XIII
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 研究方法與步驟.....	5
第二章、文獻回顧.....	7
2.1 薄膜液晶面板組立製程相關文獻.....	7
2.1.1 薄膜液晶面板製程簡介.....	7
2.1.2 組立製程相關介紹.....	8
2.1.3 組立製程規劃之相關文獻.....	16
2.2 可允諾機制相關文獻.....	18
2.2.1 可允諾機制基本介紹.....	18
2.2.2 可允諾機制相關研究探討.....	20
2.3 重排程機制相關文獻.....	26
2.3.1 影響重排程的因素.....	26
2.3.2 重排程機制相關研究之文獻.....	27
第三章、模式建構.....	30
3.1 問題定義與分析.....	30
3.1.1 組立段的製程特性.....	30
3.1.2 雙製程之生產特性.....	31
3.1.3 中小型產品的訂單需求.....	32
3.1.4 實際訂單之來臨.....	34
3.1.5 整備多維度的考量.....	34
3.1.6 訂單可選擇製程.....	34
3.2 系統分析與架構.....	37
3.2.1 整體系統架構.....	37
3.2.2 設計理念說明：.....	38

3.2.3 問題假設：	41
3.3 主生產排程系統	42
3.3.1 產能估算機制	42
3.3.1.1 產能估算機制符號設計說明	43
3.3.1.2 產能估算步驟	45
3.3.2 重點工作站規劃機制	50
3.3.2.1 符號設計說明	50
3.3.2.2 模式設計理念說明：	52
3.3.2.3 重點工作站排程求解模式	58
3.3.3 修正次瓶頸工作站之排程	69
3.3.3.1 符號設計說明	71
3.3.3.2 修正次瓶頸排程模式	71
3.4 可允諾機制	73
3.4.1 訂單允諾模組	73
3.4.1.1 符號設計說明	74
3.4.1.2 訂單允諾模組	75
3.4.2 重排程模組	81
3.4.2.1 符號設計說明	81
3.4.2.2 重排程模組步驟說明	82
第四章、成效分析	84
4.1 系統環境說明	84
4.1.1 生產環境說明	84
4.1.2 生產規劃假設	90
4.2 主生產排程系統之執行過程與規劃結果	90
4.2.1 產能估算機制	91
4.2.2 重點工作站規劃機制	98
4.2.3 修正次瓶頸工作站之排程	111
4.3 可允諾機制之執行過程與規劃結果	115
4.3.1 可允諾模組	115
4.3.2 重排程模組	123
4.4 成效分析	137
4.4.1 主生產排程系統獲利分析	137
4.4.2 可允諾機制	142
4.4.3 系統模擬	142
4.4.3.1 模擬環境說明	142
4.4.3.2 模擬成效分析	143
第五章、結論與未來研究方向	148
5.1 結論	148

5.2 未來研究方向	150
參考文獻.....	151
附錄一、 I-LOG OPL Studio 5.3.1 求解程式碼.....	154
1-1 訂單配置模式	154
1-2 重點工作站排程求解模式	156
1-3 次瓶頸排程修正模式	160
1-4 新增產量模式	161
1-5 重排程模式	164
附錄二、模式求解結果(僅列非 0 變數).....	168
2-1 重點工作站排程求解模式求解結果.....	168
2-2 產能允諾規劃求解結果.....	171
2-3 重排程機制求解結果.....	173



圖目錄

圖 1-1 本文研究範圍[16].....	1
圖 1-2 研究步驟流程圖	1
圖 2-1 液晶面板製造流程圖([14]、本論文整理).....	8
圖 2-2 液晶灌入製程面板組裝前後段製程簡圖[19]	9
圖 2-3 液晶灌入示意圖[15].....	12
圖 2-4 液晶面板封口[15].....	13
圖 2-5 偏光片貼附示意圖[15].....	13
圖 2-6 液晶滴入製程面板組裝製程前後段簡圖[25]	15
圖 2-7 組立段混合製程示意圖[25].....	15
圖 2-8 ATP 執行流程[12].....	1
圖 2-9 重排程因素流程圖[18].....	1
圖 2-10 重排程圖[13].....	1
圖 3-1 製程環境圖[25].....	1
圖 3-2 產能分配圖	1
圖 3-3 雙製程產能分配圖	1
圖 3-4 規劃與邏輯架構圖	1
圖 3-5 變動式週期規劃生產圖	1
圖 3-6 產能估算機制流程圖	1
圖 3-7 訂單滿足流程圖	1
圖 3-8 換線次數計算圖	1
圖 3-9 當期換線說明圖	1
圖 3-10 總換線次數說明圖	1
圖 3-11 避免期初期末皆生產同一產品別之說明圖	1
圖 3-12 訂單指定製程與非指定製程分配圖	1
圖 3-13(A)液晶灌入站排程圖(一).....	1
圖 3-14 訂單允諾模組流程圖	1
圖 3-15 重排程步驟流程圖	1

表目錄

表 2-1 組立製程文獻整理與比較	1
表 2-2 ATP 推式與拉式模式比較([2]、本論文整理).....	1
表 2-3 可允諾機制文獻整理與比較	1
表 2-4 可允諾機制考量因子之文獻整理	1
表 2-5 不同階段瓶頸漂移現象與重排程因素[18]	1
表 3-1 各工作站整備維度對照表([25]、本論文整理).....	1
表 3-2 重點工作站考量因子說明表	1
表 3-3 瓶頸與次瓶頸規劃目的說明表	1
表 3-4 整備因子對應之工作站別	1
表 3-5 是否須避免 T 期與 $T+1$ 期皆可避免整備說明表	1
表 3-6 跨期避免換線表(一).....	1
表 3-7 跨期避免換線表(二).....	1
表 3-8 跨期避免換線表(三).....	1
表 4-1 各產品之利潤表	84
表 4-2 指定 HPS 製程接單式產品需求表	85
表 4-3 指定 ODF 製程接單式產品需求表	85
表 4-4 非指定製程接單式產品需求表	86
表 4-5 指定 HPS 製程預測式產品需求表	86
表 4-6 指定 ODF 製程預測式產品需求表	86
表 4-7 非指定製程預測式產品需求表	86
表 4-8 指定 HPS 製程實際訂單需求表	87
表 4-9 指定 ODF 製程實際訂單需求表	87
表 4-10 非指定製程實際訂單需求表	87
表 4-11 工作站製程資訊表	88
表 4-12 各工作站加工時間表	89
表 4-13 各工作站可用產能對應表	91
表 4-14 各工作站各期所需機台次數表	94
表 4-15 各工作站各期最少換線次數表	94
表 4-16 HPS 和 ODF 訂單配置表	95
表 4-17 HPS 和 ODF 各期剩餘可用產能表	96
表 4-18 配向膜塗佈站各期最少換線次數表	97
表 4-19 各工作站剩餘產能可用於換線次數表	97
表 4-20 配向膜塗佈站各期生產數量表	1
表 4-21 各產品別是否生產($\alpha p_{p,s,j,t}$)變數對應表	105
表 4-22 液晶灌入站各期生產批次表	1
表 4-23 液晶灌入站各期生產數量表	1

表 4-24 液晶滴入站各期生產數量表	1
表 4-25 非指定製程訂單配置表	111
表 4-26 液晶灌入站修正後跨期是否產生避免整備機會之對應表	1
表 4-27 液晶灌入站修正後跨期是否避免整備之對應表	1
表 4-28 液晶滴入站更新後跨期是否產生避免整備機會之對應表	1
表 4-29 液晶滴入站修正後跨期是否避免整備之對應表	1
表 4-30 各期可允諾量表	115
表 4-31 各期配向膜塗佈站可允諾產能表	116
表 4-32 各期液晶灌入站可允諾產能表	116
表 4-33 各期液晶滴入站可允諾產能表	1
表 4-34 各產品別是否生產($\alpha_{p,s,j,t}$)參數對應表	118
表 4-36 各期更新後可允諾量表	120
表 4-35 未滿足訂單表	1
表 4-37 新增產量所需整備次數表	122
表 4-38 產能允諾規劃產出結果表	122
表 4-40 指定 HPS 製程實際訂單需求表	123
表 4-39 配向膜塗佈站各期剩餘可用產能表	1
表 4-41 指定 ODF 製程實際訂單需求表	124
表 4-42 無指定製程實際訂單需求表	124
表 4-43 配向膜塗佈站已接訂單之排程表	1
表 4-44 液晶灌入站預測式產品之排程表	1
表 4-45 液晶滴入站預測式產品之排程表	1
表 4-46 配向膜塗佈站是否生產對應表	130
表 4-47 液晶灌入站是否生產對應表	131
表 4-48 液晶滴入站是否生產對應表	132
表 4-49 各期配向膜塗佈站可允諾產能表	133
表 4-50 各期液晶灌入站可允諾產能表	133
表 4-51 各期液晶滴入站可允諾產能表	1
表 4-52 重排程機制產出結果表	135
表 4-53 配向膜塗佈站機台利用率差異表	1
表 4-54 利潤最大化下配向膜塗佈站生產數量表	1
表 4-55 利潤最大化下各期是否生產與避免整備對應表	1
表 4-56 各規劃機制比較表	142
表 4-57 產品各期規劃產出與模擬產出比較表	1
表 4-58 重點工作站各機台利用率表	1

符號一欄表

➤ 下標：

j : 表示重點工作站之機台； $j=1,2,\dots,Jp$ 為配向膜塗佈站之機台數、 $j=1,2,\dots,Jh$ 為液晶灌入站之機台數、 $j=1,2,\dots,Jo$ 為液晶滴入站之機台數

k : 表示各工作站之編號； $k=1,2,3,\dots,15$

l : 表示液晶種類； $l=1,2,\dots,L$ ；共 L 種液晶種類

p : 表示製程種類； $p=1$ 為 HPS 製程， $p=2$ 為 ODF 製程

s : 表示產品尺寸大小； $s=1,2,\dots,S$ ；共 S 種產品尺寸大小

t : 表示系統規劃幅度內的第 t 個規劃週期； $t=1,2,\dots,T$ ；依照各訂單交期日由小至大排序為 $1,2,\dots,T$

➤ 參數：

$as_{p,s,j,t}$: 已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈機台 j 是否生產製程種類 p 且產品尺寸 s 產品，若是，則為 1；反之為 0

$ash_{s,l,j,t}$: 已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，液晶灌入機台 j 是否生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品，若是，則為 1；反之為 0

$aso_{l,j,t}$: 已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，液晶滴入站機台 j 是否生產液晶種類 l ，若是，則為 1；反之為 0

$atp_{s,l,t}$: 第 t 個規劃交期內，非指定製程尺寸 s 且液晶種類 l 之可允諾量

au : 配向膜塗佈站之平均利用率

b_k : 批量加工站 k 之最大加工批量

$bctp_{j,t}$: 已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈機台 j 之可允諾產能

- $bh_{j,t}$: 液晶灌入機台 j 在第 t 個規劃交期內是否節省整備
- $bo_{j,t}$: 液晶滴入機台 j 在第 t 個規劃交期內是否節省整備
- $bp_{j,t}$: 配向膜塗佈機台 j 在第 t 個規劃交期內是否節省整備
- br_k : 工作站 k 因當機所需扣除之產能比率
- $cap_{j,t}$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈站機台 j 的實際可用產能
- $ctp_{j,t}$: 已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，重點工作站機台 j 之可允諾產能
- $d_{s,l,t}$: 第 t 個規劃週期內，非指定製程訂單，產品尺寸 s 且 l 種液晶種類之產品總需求量
- $dp_{p,s,l,t}$: 第 t 個規劃週期內，指定製程訂單，製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品總需求量
- h_t : 第 t 個規劃週期對應之實際天數
- $ismd_{p,s,k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 生產製程種類 p 且產品尺寸 s 之產品所需機台數($k=2$)
- $lmd_{l,k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 生產液晶種類 l 之產品所需機台數($k=4$)
- lo_k : 工作站 k 之產能負荷
- $lst_{k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 之最少換線次數
- m_k : 工作站 k 之機台數
- ma_k : 工作站 k 因維修保養所需扣除之產能比率
- $patp_{p,s,l,t}$: 第 t 個規劃交期內，製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 沖銷指定製程後之可允諾量
- $pf_{p,s,l}$: 生產製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之利潤
- $ppt_{p,s,l}$: 配向膜塗佈站加工製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品所需時間

- $pt_{s,l,k}$: 工作站 k 加工產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品所需時間
- Q : 表示為一極大之數值
- rc_k : 工作站 k 之剩餘可用產能
- rst_k : 工作站 k 剩餘可用產能可用於換線次數
- $slmd_{s,l,k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品所需機台數($k=8,9,10,11$)
- $smd_{s,k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 生產產品尺寸 s 之產品所需機台數($k=1,2,3,5,6,7,12,13,14,15$)
- st_k : 工作站 k 之整備所耗產能
- $tc_{k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 之實際可用產能

➤ 變數：

- $H_{s,l,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，液晶灌入站之第 j 個機台加工產品尺寸 s 、液晶種類 l 產品的數量
- $CTP_{j,t}$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈機台 j 之剩餘可允諾產能
- $I_{p,s,l,t}$: 第 t 個規劃週期內，製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產出量
- $L_{j,t}$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈的第 j 個機台的剩餘可用產能。
- $O_{s,l,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，液晶滴入站之第 j 個機台加工產品尺寸 s 、液晶種類 l 產品的數量
- $P_{p,s,l,j,d,t}$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈的第 j 個機台配置於第 d 期，加工製程種類 p 、產品尺寸 s 、液晶種類 l 產品的數量
- $PL_{k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 之剩餘可用產能
- $U_{p,s,l,t}$: 第 t 個規劃交期內，由製程種類 p 所滿足之產品尺寸 s 且液晶種類 l 非指定製程之訂單需求量。
- $U_{j,t}^+$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈站 j 機台其平均利用率之正差

異

$U_{j,t}^-$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈站 j 機台其平均利用率之負差

異

$V_{s,l,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，液晶灌入站機台 j 之加工產品尺寸 s 、液晶種類 l 產品的批次數量

➤ 工作變數

$\alpha p_{p,s,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈機台 j 是否生產製程種類 p 且產品尺寸 s 的產品，若是，則為 1；反之為 0

$\alpha h_{s,l,n,t}$: 第 t 個規劃交期內，HPS 製程中，液晶灌入站機台 j 是否生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 的產品，若是則為 1；反之為 0

$\alpha o_{l,m,t}$: 第 t 個規劃交期內，ODF 製程中，液晶滴入機台 j 是否生產液晶種類 l 的產品，若是，則為 1；反之為 0

$\beta p_{j,t}$: 瓶頸製程中， $t-1$ 期與 t 期間配向膜塗佈機台 j 是否避免整備

$\beta h_{j,t}$: HPS 製程中， $t-1$ 期與 t 期間液晶灌入站之機台 j 是否避免整備

$\beta o_{j,t}$: ODF 製程中， $t-1$ 期與 t 期間液晶滴入機台 j 是否避免整備

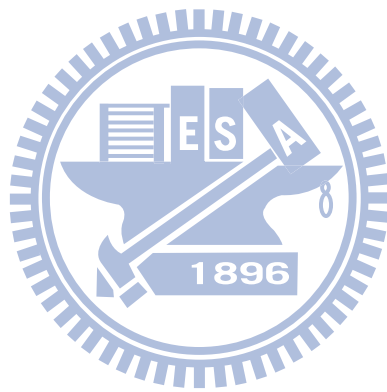
$\gamma p_{p,s,j,t}$: 配向膜塗佈機台 j 是否在 t 期與 $t+1$ 期皆生產製程種類 p 且產品尺寸 s 的產品，而產生跨期避免初始整備的機會，若是，則為 1；反之為 0

$\gamma h_{s,l,j,t}$: HPS 製程中，液晶灌入站之機台 j 是否在 t 期與 $t+1$ 期皆生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 的產品，而產生跨期避免初始整備的機會，若是，則為 1；反之為 0

$\gamma o_{l,j,t}$: ODF 製程中，液晶滴入機台 j 是否在 t 期與 $t+1$ 期皆生產液晶種類 l 的產品，而產生跨期避免初始整備的機會，若是，則為 1；反之為 0

$\gamma p_{j,t}$: 第 t 期的瓶頸工作站配向膜機台 j 若生產兩種產品別以上則為 1；反之為 0

- $yh_{j,t}$: HPS 製程中，當 t 期的液晶灌入站機台 j 若生產兩種產品別以上則為 1；反之為 0
- $yo_{j,t}$: ODF 製程中，當 t 期的液晶滴入機台 j 若生產兩種產品別以上則為 1；反之為 0



第一章、緒論

1.1 研究背景與動機

薄膜液晶平面顯示器(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display, 簡稱 TFT-LCD)為目前台灣高科技產業的核心，政府在 2002 年提出「兩兆雙星計畫」來推動台灣平面顯示器產業的成長，在 2006 年時，台灣平面顯示器的總產值突破兆元，並在 2007 年市佔率超越韓國，成為全球第一[20]。2008 年業者投入大量資金來擴展液晶面板廠，但金融海嘯使得台灣平面顯示器產業產生供過於求的情形，庫存也因此逐漸上升，至 2009 年供給過剩達到 36%，產能利用率也跌至歷史新低的 50%，業者也紛紛面臨減薪裁員甚至關廠的命運，隨著景氣漸漸地復甦，TFT-LCD 的需求開始增加，使得 2009 年第二季產能利用率回升到 80%，一連串的無薪假風潮才得以緩和。現今產業競爭日漸加劇，公司也漸漸趨近少量多樣的模式。由於產品生命週期越來越短，工廠除了接單式的生產方式，必須再透過預測式的生產方式來因應未來的訂單需求。由於無法準確地預測到實際訂單需求，再加上插單和急單的狀況，訂單來到的日期亦無法準確地預測，故一個可回應顧客需求能否達交的訂單允諾是相當重要的。

訂單允諾可分為數量允諾與交期允諾。有效地提升顧客滿意度不僅需仰賴產品數量的承諾，也需給予顧客交期上的承諾。過去研究的議題多針對訂單數量及交期已知之情境進行訂單分配，並運用排程機制來求解排程，以使利潤最大化。若有未能如期達交的訂單則給予懲罰成本，並延後訂單之交期。如此，原有排程的規劃可能無法滿足實際來到的訂單與緊急訂單。透過可允諾機制(Available To Promise, ATP)，可以根據現有可用的資源針對顧客的訂單給予承諾。並檢視目前可用資源的狀況，當無法滿足訂單時，即時反應給上層以做出是否重新排程的決策，使資源能獲得最有效的利用且利潤最大化。

TFT-LCD 為一個綜合存貨式生產(Make To Stock, MTS)和訂單式生產(Make To Order, MTO)的生產環境，其製程可分為三個階段，薄膜電晶體陣列段(TFT Array)、液晶面板組立段(LC Cell Assembly)及液晶模組組裝段(Module Assembly)。陣列段和組立段均為存貨式生產，模組段則為訂單式生產。由於目前客製化產品不斷推陳出新，手機、衛星導航系統、小型筆

記型電腦...等中小尺寸的產品使得液晶面板的種類漸漸增多，組立段無法再以存貨式生產的方式來滿足顧客少量多樣的需求。再者，組立段其生產規劃須考量原本的液晶灌入製程(Hot Press, HPS)與新製程液晶滴入製程(One Drop Fill, ODF)的整合、訂單指定製程、產品多維度的整備及整備時間相當長的問題，使得規劃相當不易。吾人將上述問題列出，如下所示：

1. 雙製程問題：在基板組合製程中，原有的彩色濾光片(Color Filter)和玻璃基板組立後所進行之液晶灌入製程，因所用機台均為批量機台，產品必須相同才能集批加工，且加工時間相當長，容易因為集批等候而浪費時間。而新製程導入液晶滴入之方法使得組立段可從三天生產出成品的時間縮減為一天[14]。由於目前工廠仍包含大量液晶灌入製程的機台，故產生了一並行製程的排程問題。
2. 訂單可選擇製程之情境：在雙製程之環境下，將產生顧客訂單選擇製程之問題。部份顧客偏好玻璃基板精度高的 ODF 製程；部份顧客偏好玻璃基板精度低的 HPS 製程；部份顧客則兩種製程皆可接受。因此，顧客若指定訂單之製程時，則須生產該種製程以滿足之；顧客若不指定訂單之製程時，則生產兩種製程之產量加總以滿足之。
3. 多維度的整備問題：組立段中，產品屬性包含三種整備考量因子：1.製程種類；2.產品尺寸；3.液晶種類。不同整備因子的產品接續生產將會引起機台之換線。而在組立段中，多個整備考量因子與機台整備時間相當長的特性可能因不良的排程規劃導致機台整備次數過多，而浪費太多產能，使得訂單無法如期達交。
4. 實際訂單之來到：在接單式與預測式的生產環境下，預測式的訂單無法完全符合實際之訂單。此時，必須針對無法滿足之訂單做規劃，以了解是否有多餘的產能可增加新的產量以滿足實際訂單。

綜合上述，本文針對 TFT-LCD 之組立段，提出一主生產排程系統，在接單式生產與預測式生產之環境下做生產排程。並透過可允諾機制，考量工廠現有的可用資源，快速地對實際的訂單做出回應，使得訂單準時達交，進而提升獲利的能力。

1.2 研究目的

根據上述研究背景與動機，本文針對一 TFT-LCD 組立段的訂單式生產與預測式生產的環境下，以企業整體獲利為主要之目標，建構主生產排程系統與可允諾機制。透過主生產排程系統規劃每期已接收的訂單與預測的訂單，並藉由可允諾機制檢視目前工廠的可用資源並處理實際訂單(含緊急訂單)與預測訂單所造成的差異，以此更新可允諾量來因應此訂單需求的不確定性。當可允諾量無法給予承諾時，則必須透過凍結部分主生產排程中已接訂單之排程，對預測式產品進行重排程，使得實際訂單盡量皆可滿足。

本文中針對上述的特性建置一個階層式的排程系統，循序以兩項模組來達成本論文的研究目的，依序為「主生產排程系統」、「可允諾機制」，而各個模組的功能如下：

1. 主生產排程系統：

- 產能估算機制：在已接收與預測的訂單資訊與製程資訊下，估算組立段中各工作站之產能負荷是否可以滿足訂單之需求。以剩餘產能可換線次數分析出組立段中之 HPS 製程之瓶頸工作站、ODF 製程瓶頸工作站與系統之瓶頸工作站。
- 重點工作站規劃機制：在接單式生產與預測式生產之環境下，考量配向膜塗佈站、HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站等重點規劃工作站，透過產能估算中尋找出之系統瓶頸工作站。以最小化整備次數為目標，規劃生產排程並配置指定製程與非指定製程之訂單需求。
- 修正次瓶頸工作站之排程：修正次瓶頸工作站跨期免整備之排程以增加次瓶頸工作站之產能。

2. 可允諾機制：

- 訂單允諾模組：針對來臨之實際訂單，將已規劃訂單中預測式產品亦為可允諾量與實際訂單做一沖銷。無法滿足實際訂單時，即進一步執行產能允諾規劃(Capable To Promise, CTP)，檢視是否有多餘產能可增加新的產量，若亦無法滿足訂單需求時，則透過重排程模組來重新排定生產排程。

- 重排程模組：凍結部分之主生產排程，重新對預測的訂單與剩餘可用的產能規劃排程。在原有主生產排程的結果下，以最小變動幅度作為準則，來進行重排程。在實際訂單盡量皆能滿足的前提下，以最小瓶頸機台利用率之變動幅度為目標，避免主生產排程更改過大而導致生產現場投料與派工的混亂。

1.3 研究範圍與限制

本文研究範圍係針對於主生產排程階段，並進一步探討需求管理和銷售與訂單管理階段，在需求管理階段根據接單與預測訂單來規劃主生產排程，在銷售與訂單管理階段執行可允諾機制，並協調實際訂單與已規劃訂單的內容，以完成本研究，如圖 1-1 所示：

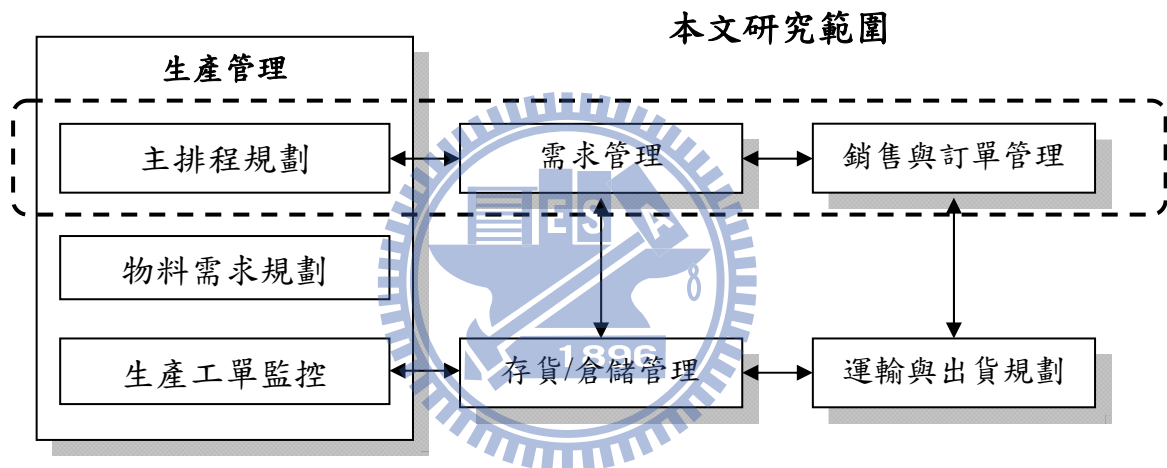


圖 1-1 本文研究範圍[16]

為了有效達成本文之規劃目標與降低研究環境之複雜度，本文將做以下的假設與限制：

1. 針對中小型產品的接單式與預測式生產環境。
2. 每期在開始進行規劃前，確定資訊包含已接收訂單與預測訂單。
3. 不考慮人員與物料之問題，假設無缺料問題存在。
4. 不考慮運送之問題。
5. 液晶灌入製程之批量機台須相同產品才能一起進入機台集批加工。
6. 假設機台數目、機台加工時間、機台當機與維修比例，皆為已知。

1.4 研究方法與步驟

為了達成前述之研究目的，本文之研究方法擬採用下列執行步驟，如圖 1-2 所示。其執行方法如下說明之：

1. 研究背景與動機：針對欲探討的研究主題蒐集過去資料並了解其背景與值得探討的議題，藉此萌生研究動機來對此一題目做研究。
2. 研究目的：根據前述背景與動機，找到欲研究的方向與目的，並根據下列文獻的搜尋、模式建構與實例分析來達成研究目的。
3. 文獻探討：針對研究目的探索相關的文獻，了解前人所規劃的重點與價值何在，透過擷取前人所留下的知識加以應用，並透過文獻整理比較，從中獲得各篇文獻重要處與相異處。
4. 問題定義與分析：透過研究主題的了解，定義出研究的問題所在，並分析如何去解決此問題使得規劃可行。
5. 主生產排程系統：
 - 產能估算機制：估算各工作站之產能負荷，並尋找出系統瓶頸工作站
 - 重點工作站規劃機制：針對已接收訂單與預測訂單來規劃重點工作站的排程，並計算出可允諾量。
6. 可允諾機制：
 - 訂單允諾模組：協調預測式訂單與實際訂單的差異，決定是否必須透過重排程模組來修正主生產排程。
 - 重排程模組：凍結已允諾訂單，針對尚未允諾的訂單重新規劃排程。
7. 成效分析：藉由數學模式的構建，利用許多案例來分析模式的好壞。
8. 結論與未來研究方向：針對此次研究下一結論與了解未來的研究方向。

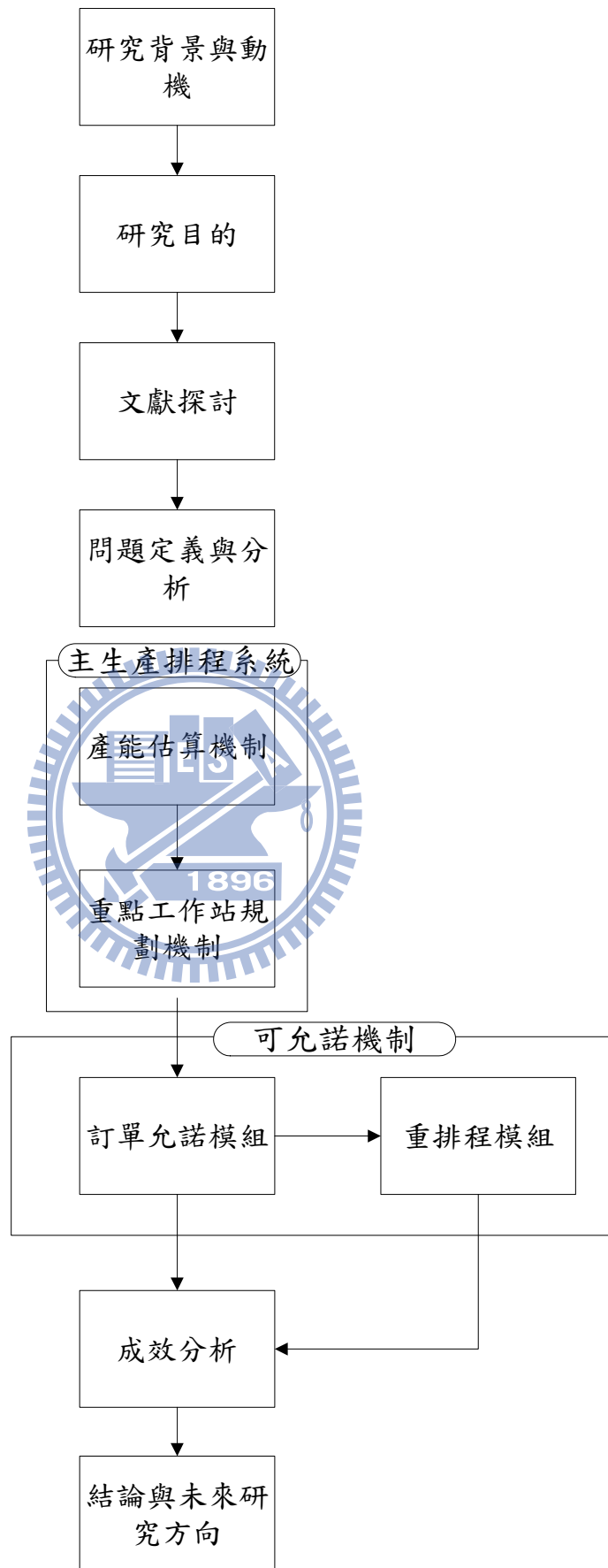


圖 1-2 研究步驟流程圖

第二章、文獻回顧

組立製程之機台為 TFT-LCD 三段製程之機台中，整備所需時間最長之機台。且其整備維度須考量液晶種類、產品尺寸與接續之基板組合製程，如此，使得規劃變得困難。在種類多樣且少量的中小型產品環境下，排程的規劃更顯得重要，若無良好的排程將使得產能浪費過多。再者，液晶滴入(One Drop Fill, ODF)新製程的引入使得生產時間大幅減低，現今普遍大尺寸面板均導入 ODF 製程，而中小尺寸面板則以傳統的舊製程液晶灌入製程(Hot Press, HPS)和新製程 ODF 共同使用。因此，顧客將依照喜好來指定所需製程，使得問題複雜度加深。

實務上，規劃的訂單常常受到實際訂單與緊急訂單的來到下，使得排程的結果受到影響，因此，本文將透過可允諾機制來檢視可用資源的狀況，並根據可用資源的狀況來決定是否做重排程的規劃。故本文將針對以下主題來進行文獻探討以作為研究的基礎：

2.1 薄膜液晶面板組立製程相關文獻

2.2 可允諾機制相關文獻

2.3 重排程機制相關文獻

2.1 薄膜液晶面板組立製程相關文獻

本文在「2.1 薄膜液晶面板組立製程相關文獻」將於「2.1.1 薄膜液晶面板製程簡介」針對薄膜液晶面板之三段製程作簡介，於「2.1.2 組立製程相關介紹」介紹組立廠的各製造流程，並於「2.1.3 組立製程規劃之相關文獻」針對各學者所研究之組立製程等相關論文作一彙整。

2.1.1 薄膜液晶面板製程簡介

TFT-LCD 面板可視為兩片玻璃基板中間夾著一層液晶[14]，上層的玻璃基板是與彩色濾光片結合，而下層的玻璃則有電晶體鑲嵌於上。當電流通過電晶體產生電場變化，造成液晶分子偏轉，藉以改變光線的偏極性，再利用偏光片決定畫素(Pixel)的明暗狀態。此外，上層玻璃因與彩色濾光片貼合，形成每個畫素各包含紅藍綠三顏色，這些發出紅藍綠色彩的畫素

便構成了面板上的影像畫面。

如圖 2-1 所示，TFT-LCD 製造流程可分為三個階段：(1)陣列段；(2)組立段；(3)模組段。[14]

(1)陣列製程(Array)：前段的 Array 製程與半導體製程相似，但不同的是將薄膜電晶體製作於玻璃上，而非矽晶圓上。

(2)組立製程(Cell assembly)：中段的 Cell，是以前段 Array 的玻璃為基板，與彩色濾光片的玻璃基板結合，並在兩片玻璃基板間灌入液晶(LC)。

(3)模組製程(Module assembly)：後段模組組裝製程是將 Cell 製程後的玻璃與其他如背光板、電路、外框等多種零組件組裝的生產作業。

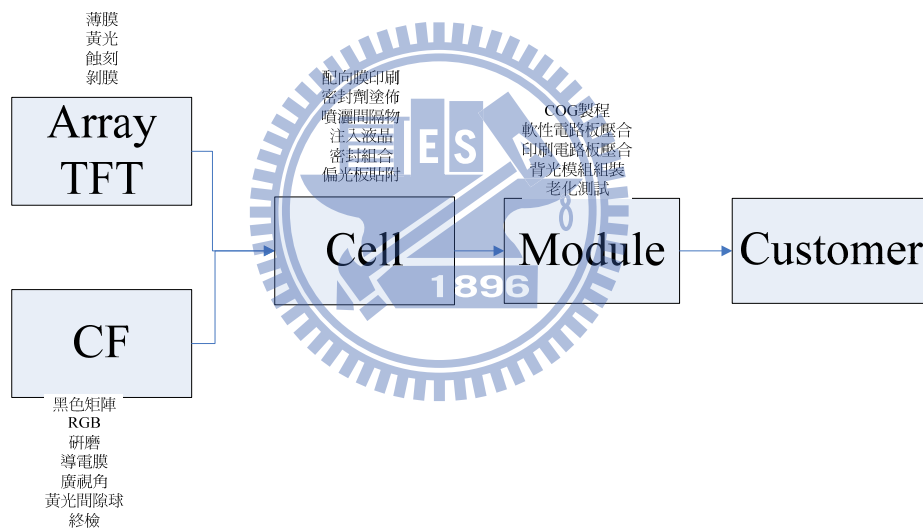


圖 2-1 液晶面板製造流程圖([14]、本論文整理)

2.1.2 組立製程相關介紹

由於組立製程在將基板組立的時候擁有舊製程 HPS 與新製程 ODF 的整合，故以下將針對此兩製程做一介紹：

(1) 薄膜液晶顯示器組立段液晶灌入(HPS)製程簡介

液晶灌入(hot press, HPS)製程之組立流程，可分成液晶面板前段配向製程與後段基板組立製程。前段製程是將玻璃基板上製作之薄膜電晶體元

件陣列基板和彩色濾光片基板經個別加工後，進行貼合處理；後段製程則在完成液晶灌入、封口、偏光板貼附與完成品的檢查。圖 2-2 為液晶灌入製程之面板組裝前後段製程簡圖。

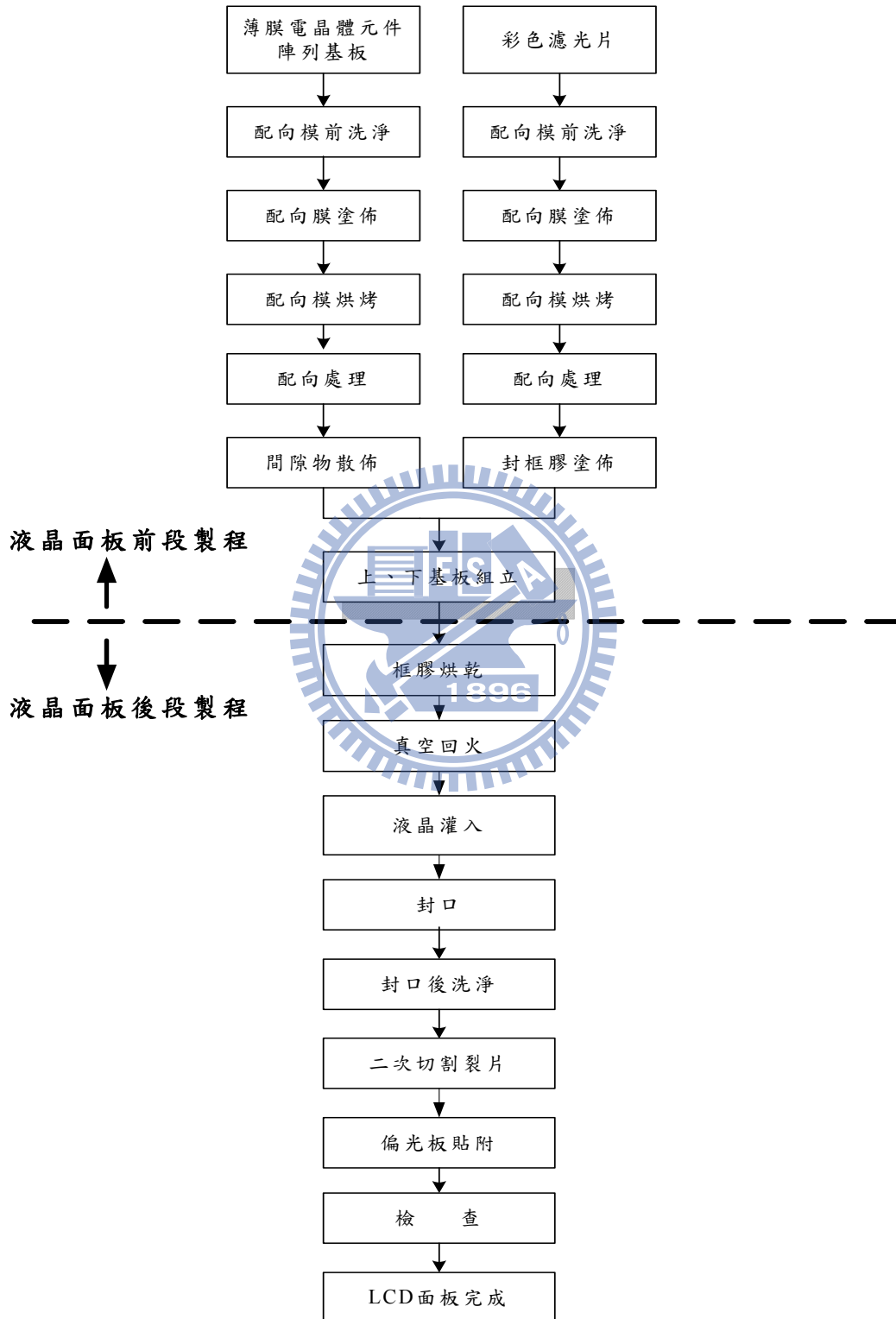


圖 2-2 液晶灌入製程面板組裝前後段製程簡圖[19]

前段製程首先將薄膜電晶體元件陣列基板進行液晶顯示器的尺寸切割工作[29]，然後和彩色濾光片基板分別經過洗淨（Cleaning）、配向膜塗佈（Polyimide Print, PI Print）、烘烤(PI Baking)、配向處理（Rubbing）、上、下基板組立（Cell Forming）等製程，即完成與彩色濾光片基板的組合製程。後段製程先將液晶材料以真空方式注入，再加以封口，完成裁切斷片工程後，最後再進行偏光板貼附（Polarizer Attachment）、檢查等過程後，即可成為薄膜液晶顯示器的面板，完成液晶面板組裝的工作。

以下便針對液晶面板組裝的主要製程，依其製程順序說明其細部流程[19][23]：

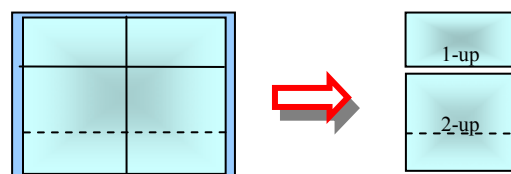
1. 配向膜前洗淨（Pre-PI Cleaning）

在薄膜電晶體元件陣列基板切割成欲生產的尺寸¹後，需將其切割後的玻璃截面平坦化，避免截面缺陷應力集中，在之後的製造途中發生龜裂之情形。在切完割玻璃基板與彩色濾光片後，必須經過清洗、沖刷洗淨、流水洗淨、有機溶劑之超音波洗淨、純水洗淨、清除液滴和加熱乾燥等步驟，以去除殘留在表面上之污染物，方能使膜均勻完整地附在玻璃基板上。清洗步驟首先須針對油脂類與有機物質污染物，進行UV洗淨與有機洗淨過程，以去除附著在玻璃基板與彩色濾光片上之有機物。之後，再經過沖刷洗淨超音波洗淨、流水洗淨等步驟，以去除基板上之塵埃粒子。最後，再進行清除液滴和加熱乾燥等步驟，即完成洗淨作業。

2. 配向膜塗佈（Polyimide Print, PI Print）

配向膜(PI)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，不過成本較高。

¹此為玻璃基板的第一次切割動作，其目的是為了將上層 Array 製程中已加工完畢、尚未切割的大型薄膜電晶體元件陣列基板切割成組立廠生產線所欲生產的尺寸，如下圖所示，2-up 基板表來二次切割裂片時，須再切割一次。



3. 配向模烘烤 (PI Baking)

將已經上完 PI 膜且檢查完成之玻璃基板進行溫度 180~250°C 左右的烘烤製程，使得基板上之 PI 膜進行硬化反應，以便於進行配向工程的進行。

4. 配向處理 (Rubbing)

於基板表面的某一特定方向塗著一整齊排列物或設以溝槽，使液晶分子的長軸方向作物理性的限制，整齊排列於上、下配向膜間，以增強 PI 膜表面的配向導向力。主要可分為傾斜蒸著法與摩擦法，而摩擦法配向方法如下所示：

摩擦法配向方法：於基板上塗上一層無機物或有機物的皮膜再行摩擦，或使用織布、羊毛布、橡膠、毛刷等工具，將配向膜表面以一定之方向進行摩擦，此種摩擦方式因欠缺耐熱與耐水性，因而較不具實用性。摩擦次數則須依配向膜材料之種類個別設定，一般均在十多次左右。

5. 間隙物散佈 (Spacer Spray)

在 TFT 陣列基板上塗佈間隙物 (Spacers)²的用意是為了使兩片基板貼合後中間有足夠的空間灌入液晶。而有些彩色濾光片在購入時本身即有間隙物，故薄膜電晶體元件陣列基板不需再有間隙物塗佈這道製程。間隙物可分為玻璃材質者與塑膠材質者，其中塑膠材質間隙物常易帶靜電而導致結塊，故散佈時需十分小心。

6. 封框膠印刷 (Patterning)

在 TFT 陣列基板和彩色濾光片基板貼合之前，應先在彩色濾光片上印刷封合劑 (Sealant)³。而在封合劑方面可分為使用環氧樹脂 (Epoxy) 的網版印刷 (Screen) 法或者使用分散劑 (Dispenser) 的直接畫 (微影) 法。其目的為將 LCD Cell 上下兩片玻璃基板區隔開，保護液晶不和外界水氣及雜質接觸，並防止液晶外流。

7. 上下基板貼合 (Cell Forming)

在基板內側周邊部分印刷封裝劑，乾燥，將溶劑充分揮發後，將粒狀

²使液晶分子之間距保持一定距離而在 TFT 陣列基板上置入球狀材料，一般使用硬質塑膠。

³彩色濾光片和 TFT 基板接著用之接著劑。一般配合硬化助劑使用。

間隙物散布於以封裝材所圍住做為顯示部分之全部區域，將電極基板相互貼合。一般來說，基板貼合時，均依預先做的記號，將上下兩片基板位置對齊，適度的加壓，使封裝劑硬化而形成液晶槽，再經過加熱步驟使基板間之框膠硬化，讓兩片基板連接黏合，並產生基板間距，防止日後異物侵入液晶之界面。

8. 烘乾 (Seal Bake)

在基板組立壓合後，予以加熱基板間之脂膠受熱硬化，以控制加熱過程中之程式與加熱之均勻性來得到最佳性之框膠硬化物。

9. 真空回火 (Vacuum Anneal)

利用高溫真空下，將組立完成後仍存在於空 Panel 內的水氣去除，縮短液晶灌入時間，並將其中的氣體換成氮氣。

10. 液晶灌入 (LC Injection)

液晶槽及液晶材料須先充分的脫氣，以獲較高之信賴度，再將液晶材料注入真空回火處理過後的空 Cell。首先會將密封箱抽成真空，將液晶片放入此真空的密封箱中，藉著基座的固定將小切割後空的 LCD Cell 固定住，再由下方的海綿提供液晶，藉著彈簧活動機構將海綿往上頂，然後再釋放空氣進入箱中，此時 LCD 板便會藉著毛細現象將液晶完全吸入 LCD 板中間，完成灌液晶的動作，如 3 所示。

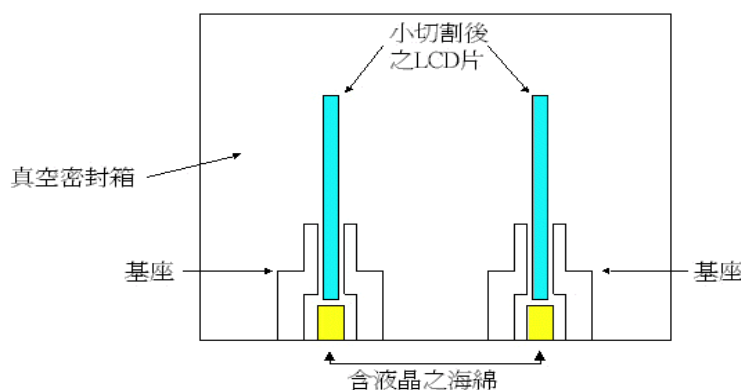


圖 2-3 液晶灌入式意圖[15]

11. 封口 (End Seal)

灌入液晶後在其開口處進行封口，以防止液晶外漏，如 4 所示。封口方法大致可分為銲接封閉法與接著劑封閉法，最近，則大多使用矽膠系接

著劑進行封口。

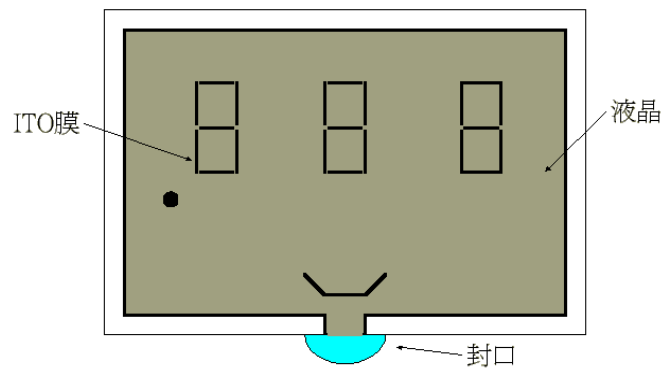


圖 2-4 液晶面板封口[15]

12. 封口後洗淨 (After End-Seal Cleaning)

灌入液晶後，須將 LCD 板置於洗淨槽內進行沖水洗淨、超音波洗淨與純水洗淨步驟，以去除附著於外側之液晶材料。

13. 二次切割裂片 (2nd Scribe & Break)

- (1). 切割已灌液晶之 TFT-LCD 至所需的尺寸，並將要貼附驅動 IC 的電極外露。
- (2). 將 2-UP 玻璃尺寸切成單個 Cell。

14. 偏光板貼附 (Polarizer Attachment)

將相差九十度的偏光片貼在 LCD 面板的上下兩面，如此完成了液晶顯示器面板 (Panel) 的成品，如圖 2-5 所示。

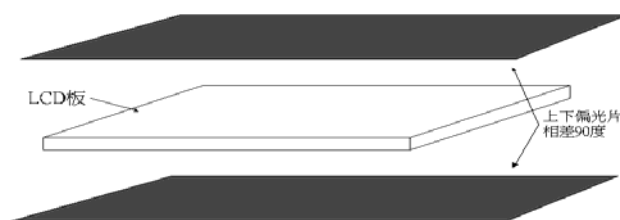


圖 2-5 偏光片貼附示意圖[15]

15. 檢查 (Cell Test)

例如面板厚度檢測 (Cell Gap Measurement)，此站為 off line 機台，目的在於能快速測量液晶灌入後，基板玻璃間的厚度，以便作為 OK/NG 的檢驗及品管。

(2) 薄膜液晶顯示器組立段液晶滴入(ODF)製程簡介

液晶滴入(one drop fill, ODF)製程之組立流程與舊製程之流程類似，相較於傳統的液晶灌入是以毛細作用將液晶吸入面版中，新式的液晶滴入製程則是在先將液晶直接滴在玻璃基版上，然後在進行玻璃基版與彩色濾光片的對組和切割，如圖 2-6 所示，不同的地方在於 TFT 與 CF 的組立之前，TFT 必須先滴入液晶後才與 CF 組立，也因此省下舊製程之後的真空回火、液晶灌入、封口和封口後洗淨等批量工作站，ODF 製程其優點有[14]：

1. 機台投資額下降: 運用 ODF 製程，不再需要真空回火製程、液晶注入機、封口機及封口後的面板清洗設備。
2. 空間及人力節省: 由於項目一所述之製程縮減，相對的人力及空間均可節省下來。
3. 材料節省: 一般而言，ODF 製程中，液晶的使用效率為 95%以上，但相較於傳統製程的 60%，足足可以省下 35%以上的液晶材料費。更能省下封口膠及相關面板清洗時所需的水、電、氣及洗劑等。
4. 製造時間減縮: 由於省下的製程原本就是傳統製程中最曠日費時的製程，而且隨著面板的大型化趨勢，或小 Cell Gap 的高品質面板，時間的耗費更久。通常 Cell 製程採傳統做法尚需至少三天方能完成，但對 ODF 製程而言，不到一天就可完成。

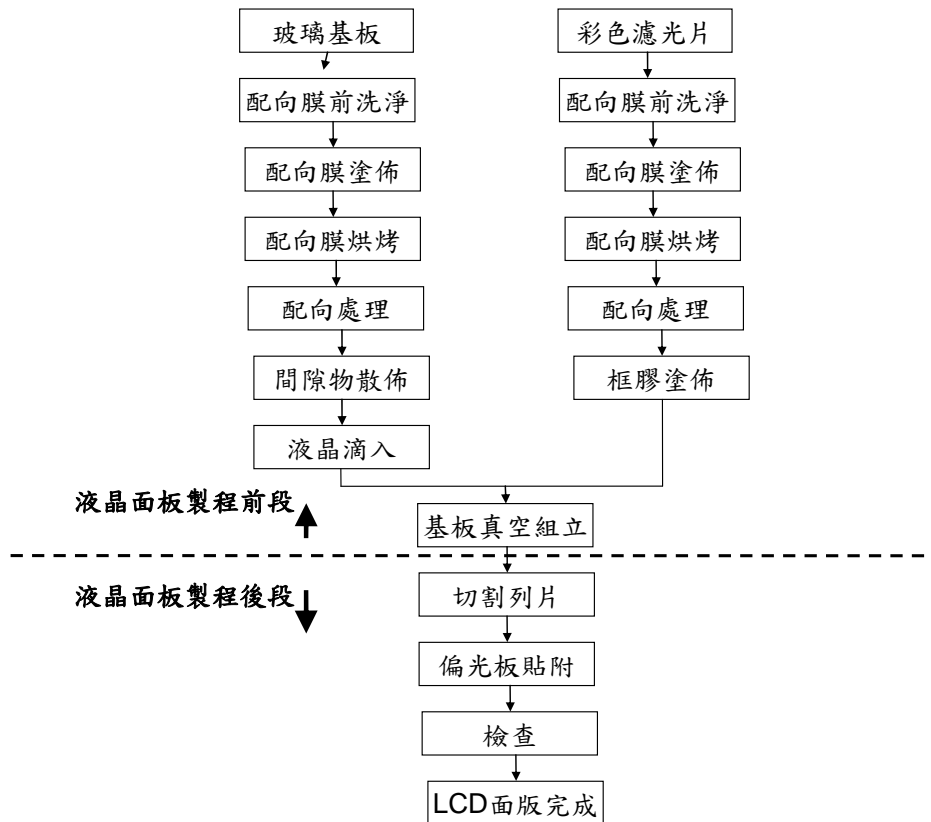


圖 2-6 液晶滴入製程面板組裝製程前後段簡圖[25]

綜合 2.1.1 所介紹的液晶灌入(HPS)製程與 2.1.2 的液晶滴入(ODF)製程，兩種製程在前段的洗淨、配向膜塗佈與配向處理製程是可以共用的，而在中段由於液晶加入方式不同而分開進行，在後段的烘烤、切割、偏光片貼附與檢查製程再度合併，如圖 2-7 所示。

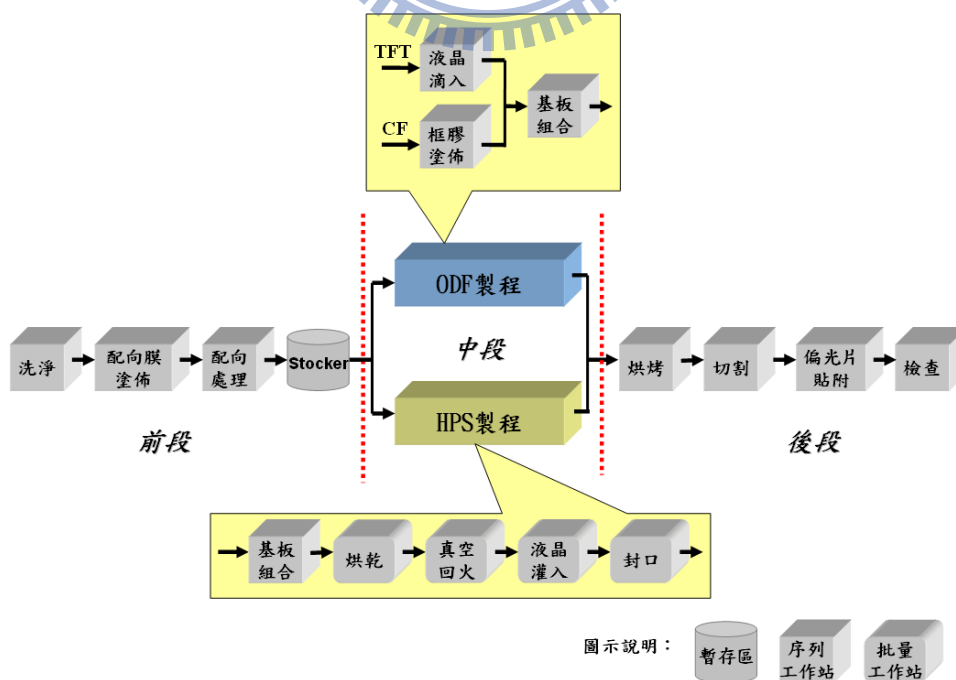


圖 2-7 組立段混合製程示意圖[25]

2.1.3 組立製程規劃之相關文獻

陳[22]考量等候時間限制且使瓶頸工作站換線次數最小化的情境下，針對組立廠之連續批量工作站，發展一混合整數規劃與一啟發式法則，以解決其排程問題。透過產能粗估模組來推估各規劃週期之最大可用產能並考量到機台整備時間，以最小可換線次數定義出連續批量加工之瓶頸站所在，並利用數學規劃解法以求出最佳化批量排程模組之最小總換線次數。由於考量到時間與實際問題之龐大之後，陳[22]再藉由一啟發式法則針對連續批量機台之瓶頸工作站做規劃，目標為瓶頸工作站的產出極大化，而為了達成目標，必須讓瓶頸工作站以最大批量進行規劃，故在瓶頸工作站前採前推式排程使瓶頸工作站可順利進行生產，而瓶頸工作站後採後推式排程讓瓶頸工作站的產品產出後能盡速加工完畢而送出。

莊[21]針對薄膜液晶顯示器組立廠，求解眾多種類且訂單式與存貨式產品並存環境下之排程問題，當滿足訂單後剩餘產能則採取存貨式生產，模式中主要探討兩個重點工作站：1.設置時間最長的配向膜塗佈工作站；2.容易在閒置狀態因為集批等候而浪費產能的批量機台工作站。針對配向膜工作站的規劃以數學模式使其產出最大，而批量機台工作站則根據瓶頸工作站的產出來制定生產規畫，最後再以動態派工法則針對此兩個重點工作站間的非瓶頸序列工作站決定派工的工件以讓此兩個重點工作站間銜接程可行排程。

隨著科技的演進，組立廠的液晶灌入製程需耗費相當大的時間考量在整備以及集批等候時間的問題，而新製程液晶滴入製程可節省集批等候之問題並使得生產週期時間有效地降低，隨著新製程的引入，舊製程漸漸被新製程取代。但由於機台費用相當昂貴，舊型機台並不會完全地被拋棄，故楊[25]考慮組立廠雙製程之情境並設計出一套排程系統，此系統考量到產品整備的三種屬性：1.尺寸大小；2.液晶種類；3.加工製程，並考量到彩色濾光片及與玻璃基板的對組特性與批量工作站的加工順序決定。

表 2-1 組立製程文獻整理與比較

作者與文獻編號	生產環境	考量	目的	求解品項	規劃方式
陳[22]	TFT-LCD 組立段	批量機台群	在瓶頸機台產出已知下，使批量機台的設置次數最小化	設置次數最小化	數學規劃、啟發式演算法
莊[21]	TFT-LCD 組立段	批量機台、瓶頸機台	在產品種類多樣化的情況下，滿足已知訂單需求，再使產出最大	產出最大化、設置次數最小化	數學規劃、模擬
楊[25]	TFT-LCD 組立段	批量機台、瓶頸機台 組立雙製程、液晶滴入站 整備次數、物料對組特性、(液晶、尺寸、製程) 整備維度	在雙製程的環境下，考量多種整備維度與物料對組的特性以求得利潤最大化	利潤最大化、最小化批量機台未滿足瓶頸產出	數學規劃
本文	TFT-LCD 組立段	批量機台、瓶頸機台 組立雙製程、液晶滴入站 整備次數、物料對組特性、(液晶、尺寸、製程) 整備維度、訂單指定製程	在顧客指定製程之環境下，規劃主生產排程，並根據實際訂單的到來，以可允諾量和可允諾產能因應，不足則透過重排程來修改主生產排程以滿足實際訂單。	最大化剩餘可用產能、可允諾量、利用率之差異	數學規劃

2.2 可允諾機制相關文獻

本文在「2.2 可允諾機制相關文獻」將於「2.2.1 可允諾機制基本介紹」針對可允諾機製作簡介，於「2.2.2 可允諾機制相關研究探討之介紹」針對各學者所研究之可允諾機制等相關論文作一彙整。

2.2.1 可允諾機制基本介紹

美國生產及存貨管理學會(American Production and Inventory Control Society, APICS) [1]定義可允諾量(Available To Promise, ATP)為工廠根據尚未承諾的存貨與主生產排程計畫生產的部份來對顧客的訂單做承諾。Chen et al.[3]則定義現今的 ATP 為隨著時間來配置與重配置可用的資源來滿足顧客訂單，而可用資源包括原物料、在製品、完成品甚至產能。Ball et al.[2]認為 ATP 所要做的為數量的承諾與產能的滿足，最終目的為動態地調整資源的利用與排序顧客的訂單，使供給與需求能相符，進而達到利潤最大化。

ATP 的規劃須考量到不同的維度(機制、執行模式及數量計算)，不同的維度間有其規劃的難度、優缺點與影響成效的重要性，根據 Ball et al.[2]，吾人將 ATP 所探討的維度彙整如下：

1. 機制

ATP 的機制可分為推式與拉式，如表 2-2 所示：

表 2- 2 ATP 推式與拉式模式比較([2]、本論文整理)

ATP 模式	定義	優點	缺點	差異
推式 (push control)	根據未來需求的預測來預先配置可用資源給成品	增加效率、穩定性及減少回應顧客的時間	高度依賴預測的準確度	推式與拉式差異在於模式執行的時間點與資源配置的頻率
拉式 (pull control)	根據顧客訂單需求動態地配置可用資源	減少存貨、增加彈性與改善顧客產品需求的回應	有可能造成短視近利的效果	

2. 執行模式

ATP 的執行模式可分為及時模式(Real-time mode)和批量模式(Batch mode)。及時模式為當顧客訂單到達即執行 ATP；批量模式為訂單以批次

蒐集再執行 ATP。及時模式的好處在於當顧客訂單來到時能立即給予承諾的訂單數量與交期，壞處在於當產能足夠時可能會產生短視近利的問題；批量模式的好處在於根據訂單批量的來到，能決定產能要分配給哪一張訂單以獲得較大的利益，壞處在於回應顧客的時間較慢。

Meyr[9]將執行模式分為全體訂單處理(Global Optimization, GO)、批量訂單處理(Batch Order Processing, BOP)與單一訂單處理(Single Order Processing, SOP)三種執行模式，GO 是在所有訂單皆在已知情況下做 ATP，BOP 為將規劃幅度分成若干個規劃時區來做 ATP 的批量模式，而 SOP 則在訂單來臨時即給予顧客承諾，在三種模式下，GO 為可以求出利潤最大的模式，但是回應時間太久，普遍顧客無法忍受太長的回應時間，故僅可作為一標竿指標來評估 BOP 和 SOP 的績效。

3. 數量計算

ATP 的數量計算方式可分為離散型可允諾機制(Discrete ATP)、瞻前式連續型可允諾機制(Cumulative ATP with look-ahead)和非瞻前式連續型可允諾機制(Cumulative ATP without look-ahead)。離散型為根據當期產品數量來規劃 ATP；瞻前式連續型規劃 ATP 會受到前期新訂單來臨而更動，允許產生負的 ATP，並在後期予以滿足；非瞻前式連續型規劃 ATP 會受到前期新訂單來臨而更動，但不允許產生負的 ATP，並將已規劃的 ATP 扣除缺貨。

Kilger 和 Meyr[7]在計算 ATP 數量中分成三個構面來考量：(1)時間；(2)顧客；(3)產品；當 ATP 在當期無法給予承諾時則考慮前期來產生額外的 ATP，如果仍然不夠則考量顧客層面，以優先配置給等級較高的顧客或以公平比例的原則配置給顧客，若不夠則從產品層面考量，考量是否有可替換的物料或產品方案。

4. 影響因素

影響 ATP 的因素可分為前端因子(Front-end)和後端因子(Back-end)，前端包含(1)訂單規格彈性(交期、數量)；(2)顧客回應時間(soft ATP、hard ATP)；(3)利潤和優先順序(trade-off)；(4)訂單承諾的可靠度，後端包含(1)生產型式(MTS-完成品、ATO/MTO-可用物料和產能)；(2)產品多樣性、資源共用性；(3)系統範疇；(4)資源型態(物料、工廠、配銷)；(5)資訊(顧客訂單、資源可用性、製程、存貨)。

2.2.2 可允諾機制相關研究探討

Meyr[9]針對在 MTS 的生產環境下，設計出一數學規劃模式針對在 ATP 及時模式下，將預測需求後的結果配置 ATP 給不同等級的顧客，模式中使用的(1)同等級訂單中，任兩訂單的相似值總和最小化；(2)最小化任一訂單等級中其相似值差距最大的總和，兩種分群方法來區別顧客訂單等級。研究發現藉由顧客訂單等級預留產能給高等級訂單使利潤增加，並考量到提前與延後成本、訂單等級以及訂單的相似性。

Jeong et al.[6]考量在 TFT LCD 模組廠下的可允諾機制，當顧客之詢問性訂單來臨時，根據配銷中心的存貨狀況與工廠的生產計畫來確定是否可以在交期前滿足顧客訂單需求。若可以滿足則做出交期時間的承諾；無法滿足則執行 CTP，檢視可用產能並將尚未使用的產能做一配置來滿足訂單需求。

Jeong et al.[6]透過一啟發式演算法來實行可允諾機制，首先提出一線性規劃模式，其目標為在產能和物料限制下使得產出最大化。由於問題為一 NP-hard，故先將線性規劃的限制放鬆，只考量到物料的滿足而不考量整備時間的限制式。因此，在線性規劃求解完後可以得到一個產量上限之初始解。再根據此初始解考慮整備時間並導入最小整備時間法(Minimum Setup Time, MST)來產出一可行解，使得所有的預計生產的產品都能被規劃到某一時段生產。而計算 CTP 時，再根據前面所計算出的生產排程來推斷最早可開始時間、最早可完成時間和最晚可開始時間、最晚可完成時間，依此來計算出尚未使用到的產能並進行產能允諾。

Tsai 和 Wang[12]考量在多廠多階下 TFT-LCD 的可允諾機制。以模組廠為基準點，生產環境為在模組之前之製程採推式存貨式生產，模組廠則採拉式的訂單式生產，ATP 的規劃著重於接近顧客端的模組廠。其發展三階段的 ATP 模式如圖 2-8 所示可分為(1)MOAM；(2)ATPAM；(3)ATPRAM。

(1)MOAM：模式在考量物料(組立廠 LCD 與關鍵物料)和產能的可用性下，將訂單指派給各模組廠，以一線性規劃來使利潤最大。

(2)ATPAM：模式則考量各模組廠在自有物料及產能限制下來配置 ATP 給顧客，並且考量到延遲成本、延後成本及機會成本，透過調整此三項成本的參數來決定生產的決策以做出 ATP。

(3)ATPRAM：模式則將 MOAM 模式中未指派的訂單與 ATPAM 模式中未滿足的訂單做重新配置。

而與 ATPAM 模式不同於 ATPRAM 的地方在於 ATPRAM 模式同時考量所有的模組廠，但 ATPAM 模式只考量到有接收到訂單的模組廠。除此，在 MOAM 階段，一張訂單只能指派給一間工廠，而 ATPRAM 可以指派給許多工廠。

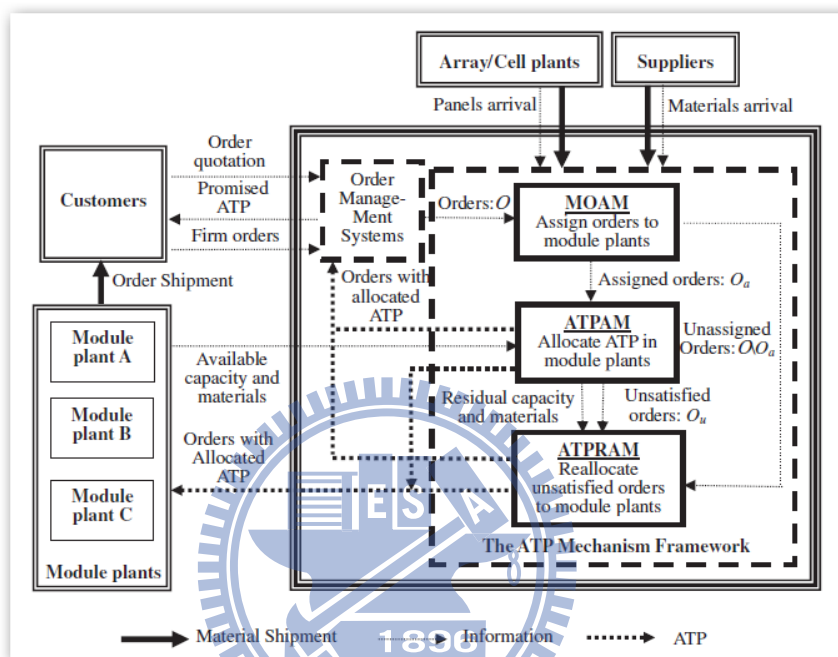


圖 2-8 ATP 執行流程[12]

王[17]考量在多廠區 TFT-LCD 模組廠環境下設計可允諾機制。模組廠擁有關鍵物料可用性與替代性、生產週期短、接單後生產且最接近顧客端等特性，利用整數規劃來規劃詢問性訂單的可允諾問題。其整數規劃考量到運輸前置時間、顧客優序、產品組配及半成品與成品的等級等問題，並發展動態與靜態兩種可允諾機制，透過實驗求解來分析訂單收集區間²的大小對利潤的影響。

溫[24]延伸王[16]在 TFT-LCD 多廠區模組廠環境下的可允諾機制，考量模組廠的產能問題，由於產能粗算的方法可能會導致物料滿足但是產能不足的情況，且無法確定在考量實際生產情況下詢問性訂單是否已經確認滿足，故藉由模擬來考量派工時機台產生的整備問題來確保已允諾訂單是否順利達交。

² 訂單收集區間：模式間隔多久重新規劃一次。若一天規劃一次，則訂單收集區間為 1 次/天。

賴[28]考量在多廠區晶圓製造廠環境下之可允諾機制。基於各個廠區的成本不同，選擇在不同廠區生產會有不同的獲利，故以瓶頸工作站單位產能下的邊際貢獻來將工單指派給最大的工廠生產。其在求解時，透過限制滿足規劃(Constraint Satisfaction Programming)來限制在(獲利目標、產出目標、產能限制及同族產品數量限制)等條件下所產生的可行解，再將此可行解做一績效評估以篩選出最佳解。而生產績效的評估，則透過區段基礎式週期時間估算法(block-based cycle time algorithm, BBCT)來求解出各可行解的利用率及生產週期時間，以此推估各工廠工單的可交貨日，依序可交貨日規劃表來對顧客訂單做出可允諾的機制。

Jung et al.[5]在 MTO 的環境下針對整個供應鏈下，考量到配銷中心的運輸問題。其發展一線性規劃模式，使得交期不符的懲罰本最小。模式中針對已承諾的訂單做運輸規劃與新來臨的訂單做生產規劃，當訂單一來到即產出新的生產配銷規劃(Production Distribution Planning, PDP)以承諾顧客交期，並盡量避免已承諾訂單交貨的延遲與提前或延後的所造成的成本發生。

Chen et al.[3]考量在 MTO 環境下，發展一混整數規劃模式，求出利潤最佳解，模式中考量訂單承諾與訂單滿足流程。訂單滿足流程為從訂單承諾後，原物料的供應、半成品、成品，最後到達顧客端。除考量顧客的偏好外，該模式亦考量物料可用性、產能的充足與物料替代性。最後在一實例分析中評估批量模式的訂單收集區間大小所影響到的利潤，訂單允收及顧客回應時間。

本文彙整了表 2-3 與表 2-4，各學者在可允諾機制上的比較與可允諾機製考量之因子整理。

表 2-3 可允諾機制文獻整理與比較

作者與文獻編號	生產環境	生產型式	目的	求解品項	規劃方式	執行模式	計算方式
Meyr[9]	燈泡廠	MTS	基於顧客訂單分級使得 Real time 模式下所獲得的解接近最佳解	ATP 予以各種訂單等級的數量	整數規劃	Real time, Batch	Cumulative ATP with look-ahead
Tsai, Wang[12]	多廠區 TFT-LCD	MTS, MTO	基於各種成本下並考量各廠對於不同訂單的利潤規劃，重新配置 ATP 給尚未滿足的訂單使得總利潤最高	ATP 與重新配置 ATP 的量、各廠所接的訂單量	整數規劃, 非線性規劃 啟發式演算法	Batch	Discrete ATP
Jeong, Sim, Jeong, Kim[6]	TFT-LCD 模組段	MTO	建構一演算法利用 Minimum Setup Time 法則，使產能浪費最少，並在減少 setup 次數前提下進行允諾	剩餘可允諾產能	整數規劃, 啟發式演算法	Batch	Discrete ATP
Jung, Song, Jeong[5]	L-company	MTO	基於整個供應鏈下，規劃生產與運輸的前置時間來承諾訂單的交期	可允諾的新進訂單	整數規劃	Real time	Cumulative ATP with look-ahead
Chen, Zhao, Ball [3]	Maxtor 硬碟廠	MTO	基於物料可用性、替代性的原物料問題與在製品、成品的運送問題下建構一訂單承諾及滿足流程使利潤最大	訂單允收與否、是否達到最小產能利用率	整數規劃	Batch	Cumulative ATP with look-ahead
賴[28]	多廠區 晶圓製造廠	MTO	基於各單廠的生產特性求出各單廠之產能最佳配置以規劃出適宜的產品別及產品比例，並有效分配顧客訂單到各適宜之單廠以推估一高可靠度之交期	訂單可交貨日、訂單允收與否	整數規劃, BBCT 週期時間估算模式	Batch	Discrete ATP
王[17]	多廠區 TFT-LCD 模組段	MTO	考量物料可獲性、產能、面板等級、指定用料及組立製程的產出計劃下做規畫，作為回覆顧客交期、交量的依據	投入與產出計畫、物料、半成品與成品的剩餘量、詢問性訂單的可允交量與日期	整數規劃	Batch	Discrete ATP, Cumulative ATP with look-ahead

表 2-3 可允諾機制文獻整理與比較(續)

作者與文獻編號	生產環境	生產型式	目的	求解品項	規劃方式	執行模式	計算方式
溫[24]	多廠區 TFT-LCD 模組段	MTO	針對求解出的生產計劃提出驗證方法，確認已允諾訂單可確實完成	生產計畫、詢問性訂單允諾狀況	整數規劃	Batch	Cumulative ATP with look-ahead
本文	TFT-LCD 組立段	MTO	透過主生產排程模組規劃每期已接收的訂單與預測的訂單，透過可允諾機制檢視目前工廠的可用資源以決定是否凍結部分已允諾的訂單並重新規劃生產的排程，使得實際訂單盡量皆可滿足。	重點工作站排程、可允諾數量、剩餘可用產能、訂單是否滿足	整數規劃	Batch	Cumulative ATP with look-ahead

表 2-4 可允諾機制考量因子之文獻整理

作者與文獻編號	排程考量					成本考量						其他考量
	預留產能	訂單等級	最小數量承諾	整備	物料可用	延後	物料存貨	在製品	未滿足訂單	產能未達	運輸	
Meyr[9]	v	v	v			v	v					
Tsai, Wang[12]			v		v	v	v			v		考量機會成本
Jeong, Sim, Jeong, Kim[6]	v	v		v	v	v						考量配銷中心運輸問題、考量訂單承諾優序
Jung, Song, Jeong[5]									v		v	考量配銷中心運輸問題
Chen, Zhao, Ball [3]			v		v	v	v	v	v	v	v	考量在製品、物料替代性與訂單滿足過程
賴[28]	v											考量產能邊際貢獻、產品族數量限制、生產週期時間與工作站利用率
王[17]	v				v		v	v	v		v	考量半成品與成品等級
溫[24]	v			v	v		v	v	v		v	考量半成品與成品等級
本文	v			v					v			考量實際訂單與規劃訂單之差異

2.3 重排程機制相關文獻

APICS[1]定義在近期內針對已發令訂單(open order)做一重新排程將會比發放新的訂單再規劃容易得多。

當執行重排程時會考量到兩個決策因子，即凍結區間(Frozen Interval)和重規劃頻率(Replanning Frequency)。此兩種因子的長短會影響 MPS 的更動幅度、整備次數的頻率和存貨持有成本。近年來許多學者均針對凍結區間與規劃區間的長短做一探討，以探究 MPS 做重排程的時候此兩項因素所產生的影響與造成的績效[4][8][10][11][13]。以下將針對影響重排程的因素與各學者針對重排程的研究茲一介紹。

2.3.1 影響重排程的因素

Hall[4]認為影響到是否重排程的因素包含：1.新訂單的來到；2.原有訂單的取消；3.訂單優序的改變；4.機台的延遲；5.機台當機；6.原物料、個人或工具的不可用；7.來到日期的改變。

李[18]將不同階段瓶頸的飄移現象與所發生的重排程因素彙整出表格如下，由表 2-5，表中列示在生產規劃階段與生產執行階段時可能面對到的瓶頸漂移現象為何。

表 2-5 不同階段瓶頸漂移現象與重排程因素[18]

不同階段瓶頸漂移現象		重排程因素
生產規劃 階段	產能平衡	
	產品組合	1. 訂單取消 2. 訂單變更(數量或交期) 3. 緊急插單
	投料時程	4. 缺料
	派工方法	
生產執行 階段	批量大小	5. 高估或低估加工時間 6. 重工
	非瓶頸資源過度追求最佳化	7. 進度超前或延誤
	機台當機等機率因素	7. 機械故障 8. 品質問題

李[18]將重排程的因素繪製成一流程圖，如圖 2-9 所示，列示出可能造成重排程的因素，探討此些因素是否會延誤到瓶頸資源作業，進而決定是否需要重新排程。

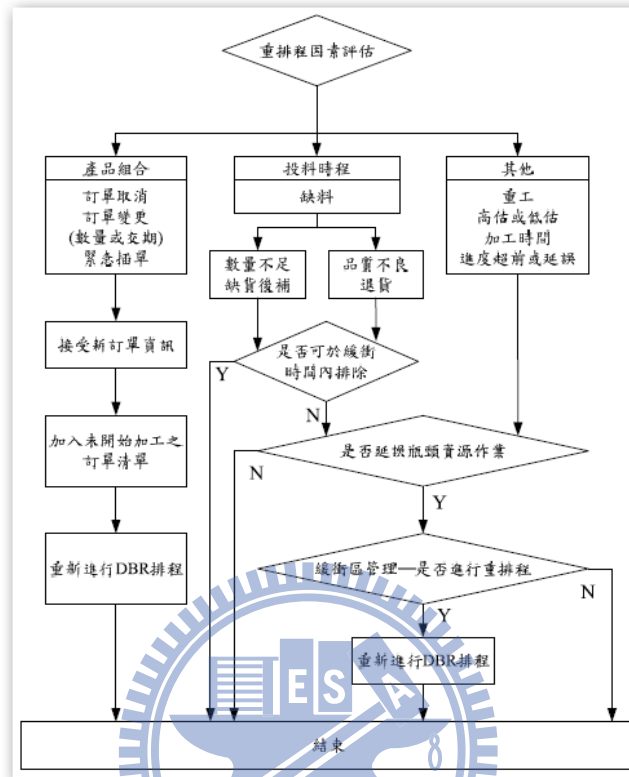


圖 2-9 重排程因素流程圖[18]

2.3.2 重排程機制相關研究之文獻

Sridharan et al.[11]認為重排程的產生導因於顧客訂單需求、銷售預測及生產規劃的變動。經常地變動主生產排程將導致物料需求規劃 (Material Requirement Planning, MRP) 的不穩定，進而提升生產與存貨成本，且使得顧客的服務水準降低。Sridharan et al.[11]針對在一滾動式排程下凍結主生產排程，以減少重新排程造成的更動，模式中針對三個決策變數 1.凍結方法；2.凍結區間長度；3.規劃總時程，以分析重排程時所影響的生產成本與存貨成本。

Lin et al.[8]認為當預測發生誤差，須仰賴存貨水準來滿足訂單的不足，而主生產排程可以透過：1.滾動式排程：藉著每期針對訂單需求預測的不同而重新規劃 MPS，但容易造成 MRP 系統中原物料與零組件上的不穩定，使得額外的成本增加；2.固定式排程：凍結整個 MPS 和利用安全存貨來預防預測誤差所造成的缺貨，此舉使得存貨持有成本增加。

Yang et al.[13]認為當每期預測產生相當大的誤差時，針對已發令訂單做一重新排程，可有效降低平均缺貨與總存貨，並將重新排程的策略分成三種，如圖 2-10：

- 1.完全不凍結：凍結總時程(Frozen horizon)為 0，重排整個排程到貨量(scheduled receipts)和計畫到貨(planned receipts)；
- 2.凍結部分：凍結總時程短於規劃前置時間，可重排部分排程到貨量(交期位於凍結總時程之後)和重規劃整個計畫到貨；
- 3.完全凍結：凍結總時程長於規劃前置時間，凍結所有的排程到貨量但重規劃部分計畫到貨。

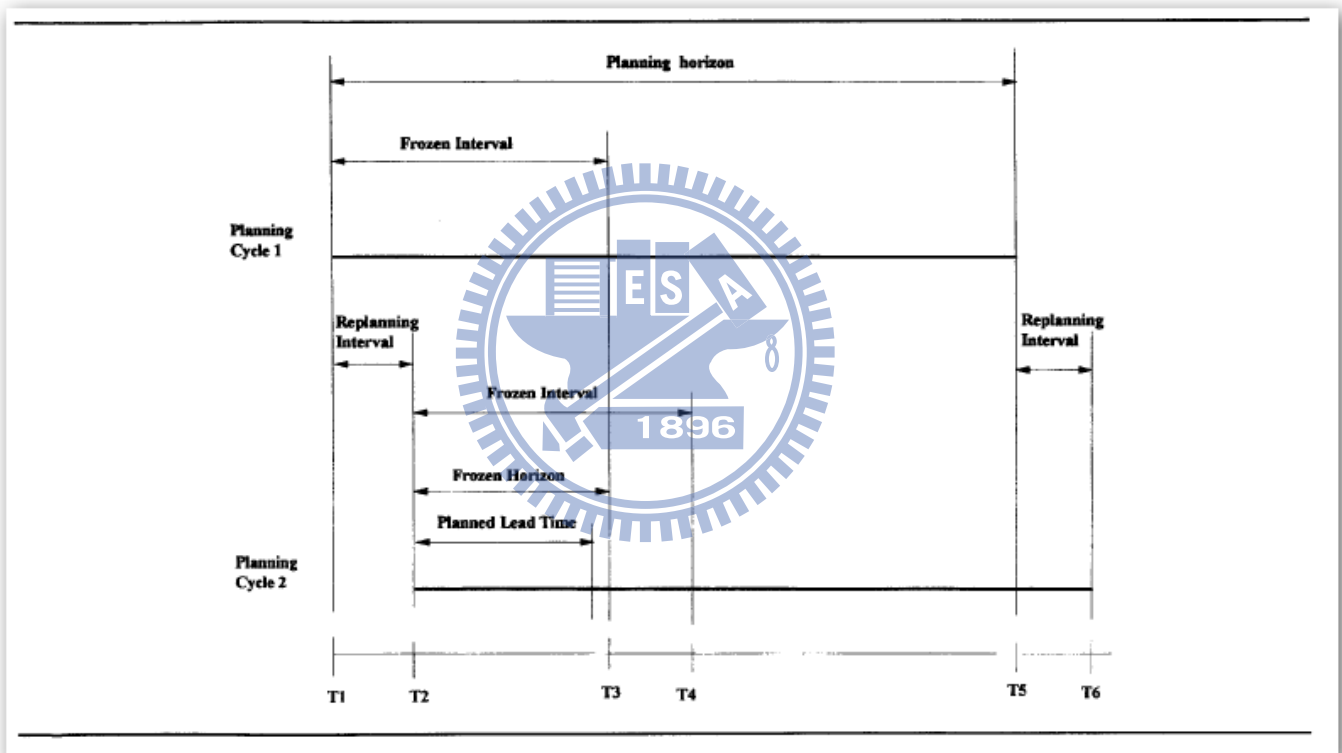


圖 2-10 重排程圖[13]

Hall et al.[4]考量當新訂單來到時，如何避免大規模地改變現有排程以安插這些新訂單。模式中包含兩階段，第一階段考量到安插新訂單所可能產生分裂(disruption)的限制下，目標為最小排程成本，第二階段目標為原有排程成本加上訂單所造成排程分裂的成本總合最小化，並提出演算法可以有效率的求解出龐大的問題。

廖[26]考量在及時回應的可允諾機制下，針對計畫性的生產策略環境，採後向耗用模式(Backward Consumption Mode)且固定耗用期間之接單機制特性下，探討重排週期(Re-pegging Interval)最佳化問題。此研究問題假設在有限規劃時間幅度，以極大化承諾訂單需求比率(Promised Quantities Ratio)為目標值，進而決定最佳重排週期時間的參數值。

李[18]考量在TFT-LCD模組廠下訂單需求與交期多樣性的問題，提出限制理論(Theory of constraint, TOC)中的鼓-緩衝-繩(Drum buffer rope, DBR)排程方法，改進與解決模組製程單一流程式生產線上不足的問題，並進一步探討重排程各項因素的應變方案，使生產彈性加大且能機動性地調整目標。李[18]將重排程模式分為三階段進行：

1. 排程評估：若現行的排程計畫已執行一段時間，面臨需要重排程，生管人員需事先評估重排程因素對既有排程的影響。
2. 應變方案設計：當生管人員欲執行重排程計畫時，提出可行之重排程方案以改善現行的排程績效或排除重排因素所帶來的影響。
3. 排程修正：生管人員可從上述可行性方案決定其中一項方法，隨即進行排程方案的修正。

潘[27]考量零工式平行機台環境下，建構重排程機制並規劃一個穩健的排程系統，以多目標適應函數同時考量質性與量性目標。在重排程中，系統以機台故障、緊急插單、物料短缺三種情境作為排程中斷事件，受中斷後的排程以部份重排法與完全重排法進行重排。部份重排法為修正排程規劃，並盡可能保持初始排程的結構，以維持生產作業的穩定性。完全重排法，則係以混合式遺傳演算法重新演化求解，以求得一個較高品質的排程規劃結果。此外，其亦以混合式遺傳演算法求解穩健排程，期望增加排程的彈性與穩健性，提升排程對於中斷事件的容忍程度。

本文在重排程模式之構建上，將以凍結主生產排程中已接訂單之排程，針對未凍結主生產排程進行重排。本文期以最小之變動幅度來更動主生產排程，以避免排程過大之更改而造成現場生產之混亂。

第三章、模式建構

3.1 問題定義與分析

TFT-LCD 的製造程序可分為三個階段：薄膜電晶體陣列段、液晶面板組立段及液晶模組組裝段。本文將所研究之液晶面板組立段的生產特性分成六項，涵蓋：(1)組立段的製程特性，(2)雙製程之生產特性，(3)中小型產品的訂單需求，(4)實際訂單之來臨，(5)整備多維度的考量，(6)訂單指定製程。並在下列各小節逐一詳述。

3.1.1 組立段的製程特性

吾人將組立段之製程特性彙整如以下幾點：

- (1). 組立段製造流程可分為三段(前、中、後)。前段加工站($k=1、2、3$)、中段加工站($k=4、5、6、7、8、9、10、11$)及後段加工站($k=12、13、14、15$)，如圖 3-1 所示。中段加工站為基板組合之雙製程，可分為新製程液晶滴入(ODF)製程($k=4、5、6$)與舊製程液晶灌入(HPS)製程($k=7、8、9、10、11$)。
- (2). 前段加工站、中段 ODF 製程加工站與後段加工站皆為序列工作站；中段 HPS 製程加工站除了 HPS 基板組合站($K=7$)為序列工作站外，其餘為一連續批量工作站。
- (3). 面板在組立段中的基本單位為批(Lot)，1Lot 內含 25 片基板，而批量機台可以同時加工數批工件
- (4). TFT 與 CF 將會在中段加工站的 ODF 基板組合站($K=6$)或 HPS 基板組合站($K=7$)進行組合之動作。在中段加工站之 HPS 或 ODF 之基板組合製程之前，包含 TFT 與 CF 兩種物料，均須經過前段加工站進行加工。
- (5). 連續批量工作站中，批量加工站各有其最大批量加工數，在批量滿載與不滿載之情況下均可進行加工，加工時間不因加工之批量數改變。
- (6). 批量工作站之各批量機台，其須為同一種產品類別才可集批加工。
- (7). 組立段中，配向膜塗佈站整備時間最長，為 2.5 小時，次長為液晶滴入站，為 1 小時。

(8). 本文所設定的環境為生產中小型產品之組立段，其生產週期時間約為 1~2 天。

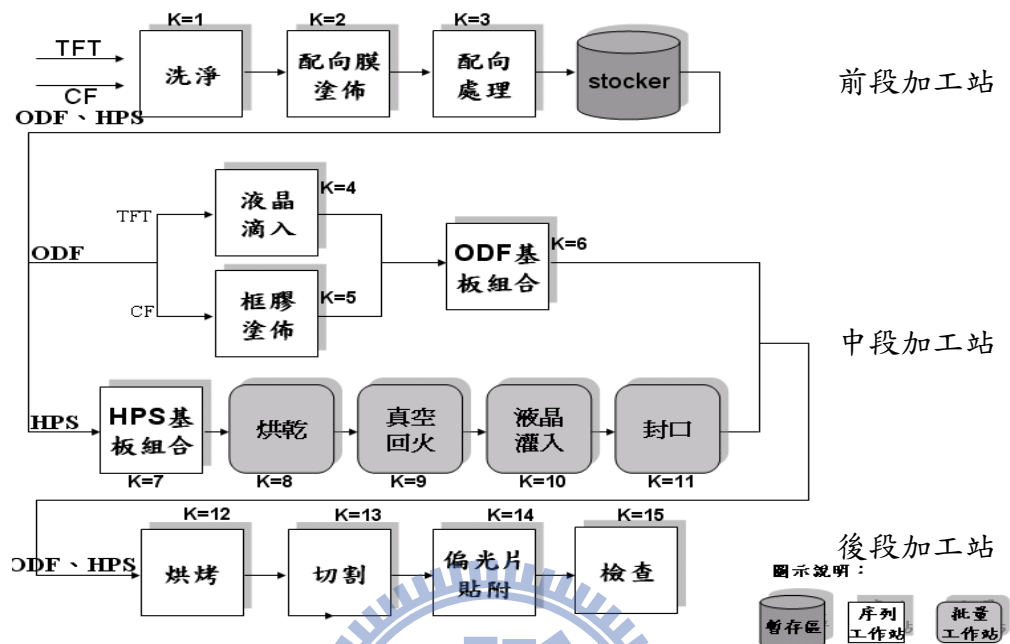


圖 3-1 製程環境圖[25]

3.1.2 雙製程之生產特性

如圖 3-1 所示，在基板組合製程中，舊有 HPS 製程為數個連續批量工作站，產品必須經過烘乾、真空回火、液晶灌入與封口等批量工作站加工。在這些批量工作站中，由於相同產品尺寸與液晶種類的產品才可集批加工，且其加工時間非常長，因此批量工作站的機台容易因為需要滿批才可加工，而造成機台閒置等待的情況發生，導致浪費過多產能而使產品無法準時達交。

新的 ODF 製程中，TFT 與 CF 在進入 ODF 製程中則分別進入液晶滴入站(k=4)與框膠塗佈站(k=5)進行加工，之後再到 ODF 基板組合站(k=6)進行組合之動作。而液晶滴入站(k=4)整備時間為組立段中次長，其整備考量因子與前段工作站(洗淨、配向膜塗佈、配向處理)不同。如表 3-1 所示，洗淨(k=1)、配向膜塗佈(k=2)與配向處理(k=3)的整備並無考量到不同液晶種類之間需換線，但液晶滴入站須考量不同液晶種類需換線，故在排程時容易因為前段工作站沒有考量到相鄰工作批液晶種類的異同而使得後面

液晶滴入站加工時，容易因換線過於頻繁而浪費過多產能。

表 3-1 各工作站整備維度對照表([25]、本論文整理)

加工站 區段	加工站 代碼 (K)	加工站名稱	機台種類	整備維度		
				不同製程 種類之間	不同產品 尺寸之間	不同液晶 種類之間
前段加 工站	1	洗淨	序列機台	-	+	-
	2	配向膜塗佈	序列機台	+	+	-
	3	配向處理	序列機台	-	+	-
中段 ODF 製 程加工 站	4	液晶滴入	序列機台	-	-	+
	5	框膠塗佈	序列機台	-	+	-
	6	ODF 基板組合	序列機台	已貼合	+	-
中段 HPS 製 程加工 站	7	HPS 基板組合	序列機台	已貼合	+	-
	8	烘乾	批量機台	已貼合	+	+
	9	真空回火	批量機台	已貼合	+	+
	10	液晶灌入	批量機台	已貼合	+	+
	11	封口	批量機台	已貼合	+	+
後段加 工站	12	烘烤	序列機台	已貼合	+	-
	13	切割	序列機台	已貼合	+	-
	14	偏光片貼附	序列機台	已貼合	+	-
	15	檢查	序列機台	已貼合	+	-

註：+表示需要換線
-表示不需要換線

3.1.3 中小型產品的訂單需求

由於筆記型電腦、數位相機、手機與數位媒體播放器等中小型產品種類繁多，多樣化的需求使工廠無法以存貨式生產的方式已無法將所有尺寸與液晶種類的面板備貨完畢以因應未來顧客的需求，必須採取接單式的生

產方式來因應顧客需求。但組立廠加工之產品其生產週期時間長，隨著繁多的產品種類與訂單來到時間的不確定性，僅依靠接單後生產的方式來規劃將無法滿足顧客多樣化及緊急的訂單需求。工廠必須在原有的接單式生產下，以預測式生產的方式來預測往後可能會接收到的訂單，並預留部分產能來面對未來不確定的訂單需求，抑或是緊急訂單。

有別於楊氏[21]與莊氏[25]針對接單式生產做規劃並將多餘產能用於存貨式生產的方式，本文則針對接單式生產及預測式生產方式來規劃顧客之訂單，使得已接收之訂單可在交期內被滿足，預測之訂單能因應未來實際訂單需求，並預留部分產能以因應訂單需求的異動。本文將預測式生產的部分視為可允諾機制中的可允諾量；預留部分產能則視為可允諾機制中的可允諾產能，如圖 3-2 所示。

承上所述，為了因應多樣化的訂單需求，工廠必須保有足夠的產能以因應突如其來的訂單，因此，足夠的產能允諾是相當重要的。吾人基於此目的，在規劃已接收訂單與預測訂單的排程時，以最大化剩餘可用產能為模式的目標，在滿足訂單需求之前提下，規劃主生產排程，期望讓可允諾產能增加，來因應未來多樣化的訂單需求。

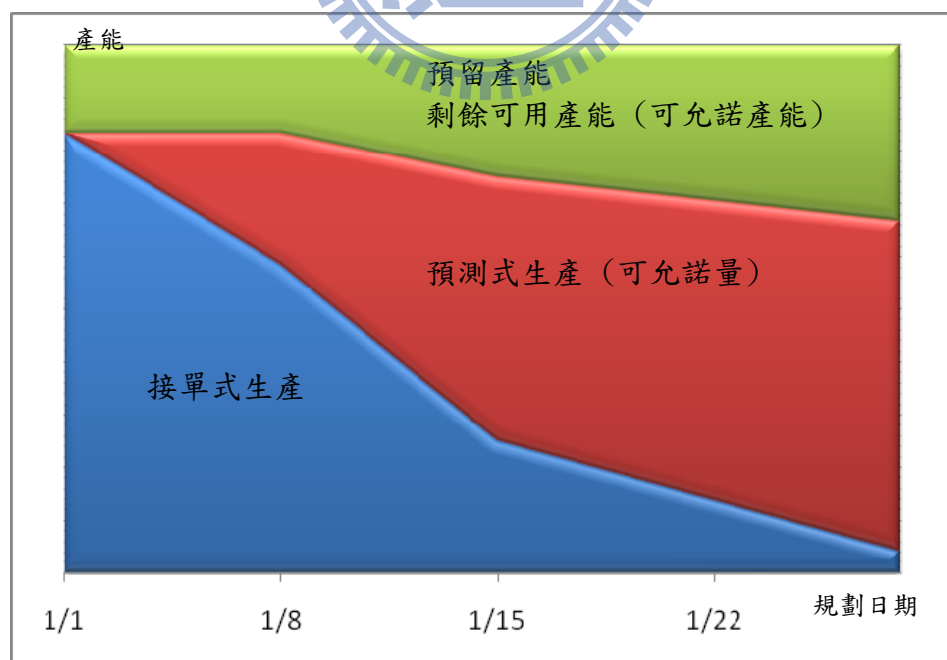


圖 3-2 產能分配圖

3.1.4 實際訂單之來臨

由於工廠無法完全準確預測到未來實際訂單之需求。因此當實際訂單來臨時，本文須針對預測式訂單(亦為可允諾量)與實際訂單進行沖銷。當可允諾量無法滿足時，即進一步檢視可允諾產能，並規劃可允諾產能之排程以滿足不足的部分。而當可用資源(可允諾量、可允諾產能)無法滿足實際訂單的需求時，須重新規劃排程，以滿足實際的訂單需求。由於重新規劃的排程結果將改變原有的排程規劃，更改過大的排程可能使得工廠現場的投料計畫與派工計畫隨之更動，造成生產現場的混亂。故本文期在重新規劃排程時，能以最小的修正幅度下，滿足實際訂單需求，以避免工廠現場的混亂發生。

3.1.5 整備多維度的考量

如表 3-1 所示[25]，組立段中之加工站其整備考量維度包含以下幾種：(1)製程種類，(2)產品尺寸，(3)液晶種類。製程種類此整備考量因子僅為配向膜塗佈站所考量。配向膜塗佈站加工物料時，將因為來到物料為 TFT 或 CF 之更替而產生整備，又因來到物料係將經過 HPS 製程或 ODF 製程之更替而產生整備。因此在製程種類上可分為兩種：(1) HPS 製程；(2) ODF 製程。

產品尺寸此整備考量因子除液晶滴入站不考量之外，其他加工站均會因為產品尺寸之不同而產生整備。液晶種類此整備因子則為液晶滴入站與連續批量加工站所考量。因此，由表 3-1 可知，連續批量加工站必須產品尺寸與液晶種類均相同的產品集批加工才可節省整備。

3.1.6 訂單可選擇製程

如圖 3-1 所示，基板組合的製程中可分為舊有 HPS 製程與新的 ODF 製程。新製程 ODF 的引進，可大幅降低大型面板的電視產品、小 Cell Gap 面板，和先進高品質的 MVA 面板等產品之生產週期時間[17]。因此，ODF 製程已廣泛地使用在大型尺寸的面板上，並取代了傳統的 HPS 製程。相對地，中小型面板則面臨到新舊製程共用的問題。由於精度高的玻璃基板只適用於液晶滴入製程，精度過低的玻璃基板只適用於液晶灌入製程，而部

分精度的玻璃基板兩種製程皆可使用。因此，製程的選擇將因顧客訂單指定不同而決定，當顧客的訂單要求特定的製程時，即依指定製程生產產品並予以滿足；當顧客的訂單不要求特定的製程時，則需衡量何種製程擁有足夠的產能以因應此訂單需求。

承上所述，圖 3-3 中，面臨顧客指定製程的訂單時，吾人須依照訂單指定 HPS 製程或 ODF 製程而生產滿足；面臨非指定製程的訂單時，則須以 HPS 製程與 ODF 製程的產出總量來滿足非指定製程的訂單。因此若 HPS 製程之產能供給量增加至 350 時，在扣除指定 HPS 製程所需的 150 個產量後，需求為 200 的非指定製程之訂單即可均由 HPS 製程來滿足。

由於配向膜塗佈站加工之製程種類將因經過製程為 HPS 製程或 ODF 製程之更替而產生整備，因此配向膜塗佈站之整備次數將受到顧客訂單為 HPS 製程或 ODF 製程而影響，故面臨非指定製程的訂單時，HPS 或 ODF 製程的決定將間接影響前段加工站配向膜塗佈的換線次數。當面臨其一製程產能不足以供應時，可利用另一製程替代以填補不足的訂單需求，如圖 3-3 所示，但利用另一製程來替代生產，前段工作站配向膜塗佈之整備次數可能因此而增加。因此，模式的規劃必須考量到顧客非指定製程訂單的分配。

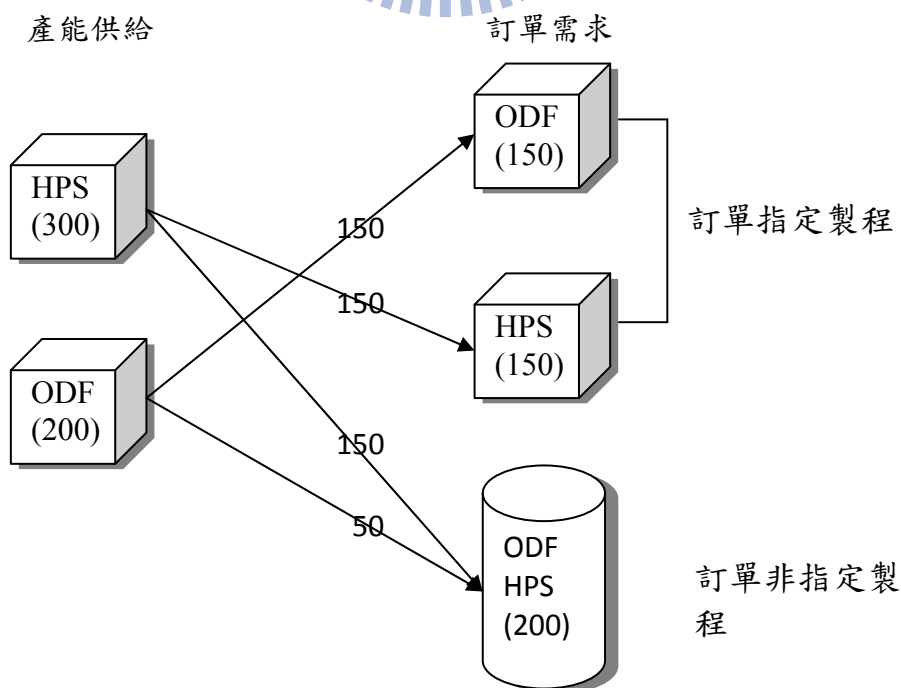


圖 3-3 雙製程產能分配圖

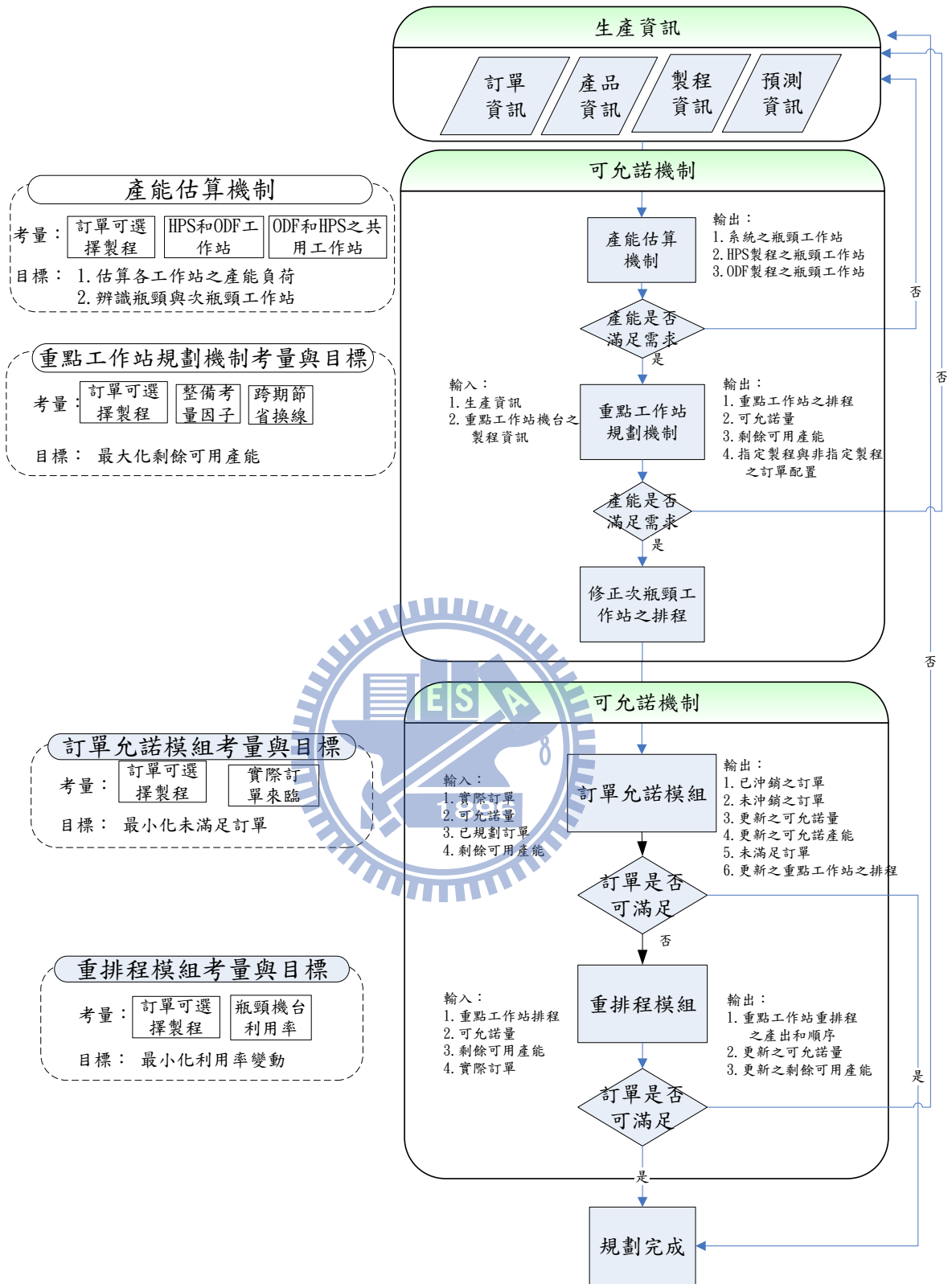


圖 3-4 規劃與邏輯架構圖

3.2 系統分析與架構

本文在「3.2.1 整體系統架構」提出研究方法所涵蓋之模組以及整體之規劃流程，於「3.2.2 解題之設計理念」說明研究方法主要之設計理念，且在「3.2.3 問題假設」列出本文所假設的條件。

3.2.1 整體系統架構

本文針對組立段之製程環境，考量中小型訂單需求、雙製程之環境、整備具多維度的考量、訂單可選擇製程與實際訂單的到來具不確定性等現狀。在接單式的環境下，針對已接收與預測的訂單規劃排程，並預留產能以因應未來多樣化的訂單需求。組立段工作站具整備時間相當長的特性，加上多樣化的中小型訂單需求，容易產生不當的規劃導致產能均浪費在整備上，因此，本研究將在滿足已接收與預測訂單的前提下，最大化剩餘可用產能。所求得之剩餘可用產能即可因應實際訂單的來臨。

本文之規劃幅度為一個月，規劃週期以顧客訂單之交期日為間隔，規劃架構及流程圖如圖 3-4 所示，以下將為各個模組做一說明。

(1). 產能估算機制：

本階段在已接收與預測之訂單資訊下，透過產能估算出每個工作站的產能負荷，以得知各個工作站是否可以滿足已接收與預測之訂單需求，若無法滿足則必須將資訊回饋給上層，以做新的決策。

在估算各個工作站的產能負荷後，可由工作站之剩餘產能，求出可換線之次數，以此找出 HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站。並求出組立段中之系統瓶頸工作站，以作為主生產排程模組階段規劃之重點項目。

(2). 主生產排程模組：

本階段在已知之製程資訊下，針對配向膜塗佈站、HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站進行主生產排程規劃。以最大化系統瓶頸工作站的剩餘可用產能為目標，考量指定製程訂單與非指定製程之已接收與預測的訂單需求，規劃出配向膜塗佈站、HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站的生產排程。並修正次瓶頸工作站之排程，以增加次瓶

頸工作站之產能。

透過數學模式的求解，吾人將預測式產品的數量作為可允諾量，剩餘可用產能與原先預留產能則作為可允諾產能，以供下一階段實際訂單來臨時，因應預測式產品之數量無法滿足訂單的部分。

(3). 訂單允諾模組：

當實際訂單來臨時，根據主生產排程模組規劃的排程結果，將進行預測式產品與實際訂單之沖銷。當沖銷後之可允諾量為負值時，表示預測式產品無法滿足實際訂單之需求。即須進一步檢視可允諾產能是否可增加產量以滿足未能滿足的實際訂單，若亦無法滿足訂單需求時，則透過重排程模組來重新排定主生產排程。當可允諾量與實際訂單進行沖銷後，多餘的量即可做為新的可允諾量。

(4). 重排程模組：

本階段透過重排程模組，依據主生產排程模組之原規劃結果，凍結已接訂單之排程，針對未凍結之主生產排程以最小利用率異動幅度作為目標，重規劃排程，期使得實際訂單盡量皆能滿足。而最小利用率異動幅度將以瓶頸機台利用率的更動幅度為基準，以避免主生產排程之更改過大而導致生產現場投料與派工的混亂。

重排程的規劃，可得知更新之主生產排程、可允諾量和可允諾產能，用以分析實際訂單是否能被滿足，若亦無法滿足實際之訂單，則表示實際訂單無法在交期內達交，必須回饋無法滿足實際訂單之資訊給予上層，以重新與顧客進行協調。

3.2.2 設計理念說明：

本節將分成幾個要點來說明本研究的設計理念：

(1). 重點規劃之工作站

本文在主生產排程模組、訂單允諾模組與重排程模組中，將針對重點工作站進行規劃，故需找出影響組立段最甚之工作站。

組立段中，配向膜塗佈站為整備時間最長的加工站，且整備考量因子

包含製程種類與產品尺寸，容易成為組立段中的瓶頸工作站，故將成為本研究重點規劃工作站之一。再者，由於非指定製程的訂單可選擇 HPS 製程或 ODF 製程之產出來滿足。因此，必須計算兩製程間各加工站產能的負荷，以滿足指定製程與非指定製程的訂單需求。故 HPS 製程與 ODF 製程亦為本研究重點規劃工作站之一。

由於 HPS 製程與 ODF 製程為一連續工作站，若都加以考量將會使本研究之複雜度過大，故本文將透過產能估算機制找出 HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站，進而將本文之重點規劃之工作站定義為配向膜塗佈站、HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站。藉由剩餘產能可用於換線次數尋找出配向膜塗佈站、HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站中之系統瓶頸工作站，其他兩工作站則為次瓶頸工作站，以作為主生產排程、訂單允諾模組與重排程模組時主要規劃之項目。

(2). 模式之目的與考量說明

➤ 模式考量

根據上述說明，吾人進而彙整重點規劃之工作站在各個模組規劃時所需考量之因子，如表 3-2 所示。重點規劃工作站中之配向膜塗佈站其換線時間非常長，故在規劃配向膜塗佈站時，須考量到同種整備因子可節省換線之概念，讓相同整備維度的產品可以一起生產而節省換線時間。由於配向膜塗佈其整備維度中包含製程種類，故配向膜塗佈站的整備次數將受到 HPS 製程與 ODF 製程配置量的影響。因此在配向膜塗佈站的規劃上，須考量換線之節省和 HPS 製程與 ODF 製程之配置量。

在製程可選擇之情境下，須決定 HPS 製程與 ODF 製程之產量配置，以滿足指定製程與非指定製程之訂單。且 HPS 製程中之加工站，須相同產品才能集批加工，其加工時間非常長，因此容易因為集批加工時間過長而導致 HPS 製程之瓶頸工作站無法將產品如期產出。而 ODF 製程之瓶頸加工站，須考量換線之節省，以避免接續配向膜塗佈站加工的產品時，換線過於頻繁而導致 ODF 製程之瓶頸加工站無法將產品如期產出。因此，吾

人須將 HPS 製程與 ODF 製程之瓶頸工作站作為重點規劃工作站，來進行主生產排程，以避免產品無法如期產出。

表 3-2 重點工作站考量因子說明表

重點規劃之工作站	排程之考量因子
配向膜塗佈站	1. 換線之節省 2. HPS 製程與 ODF 製程之配置量
HPS 製程之瓶頸加工站	1. 非指定製程訂單之配置量 2. 批量加工 3. 換線之節省
ODF 製程之瓶頸加工站	1. 非指定製程訂單之配置量 2. 換線之節省

➤ 模式目的

為了因應中小型產品多樣化的需求，組立段必須保留足夠的產能承諾以因應突如其來的顧客訂單需求。因此本文針對主生產排程模組與訂單允諾模組階段，在滿足訂單需求之前提下，目標為最小化瓶頸工作站之整備次數，以因應未來多樣化的需求。相對於重排程階段而言，由於更改過大的排程將使得現場生產的混亂，因此重排程模組的目標為各機台利用率與工作站平均利用率之間的差異最小化。相對於瓶頸工作站，次瓶頸工作站在三個模組中目標皆為相同，為實際可用之產能可滿足加工所需產能即可。

表 3-3 瓶頸與次瓶頸規劃目的說明表

	主生產排程系統	訂單允諾模組	重排程模組
瓶頸工作站	最小化整備次數	最小化整備次數	最小化利用率變動
次瓶頸工作站	實際產能可滿足生產所需產能	實際產能可滿足生產所需產能	實際產能可滿足生產所需產能

(3). 變動式週期規劃

本文採取變動週期的規劃方式，以 28 天為規劃幅度，並以顧客訂單之

交期日為規劃週期。因此，須將每一筆的訂單交期由近至遠排序，列出兩相鄰交期之時間間隔，再安排排程以滿足每個交期日的訂單需求量。此規劃方式適用於交期不確定的訂單式生產。如圖 3-5 所示，下列有五張訂單來到，故將其以交期由近至遠切分出五個規劃週期，每一個規劃週期則是每一筆訂單的交期日。

在變動式規劃週期下，較後交期的訂單可在前期產能足夠的情況下排入生產。如圖 3-5 所示，第一期生產訂單編號 1，若有剩餘可用產能，即可再針對訂單編號 2 與訂單編號 3 的訂單需求進行生產。

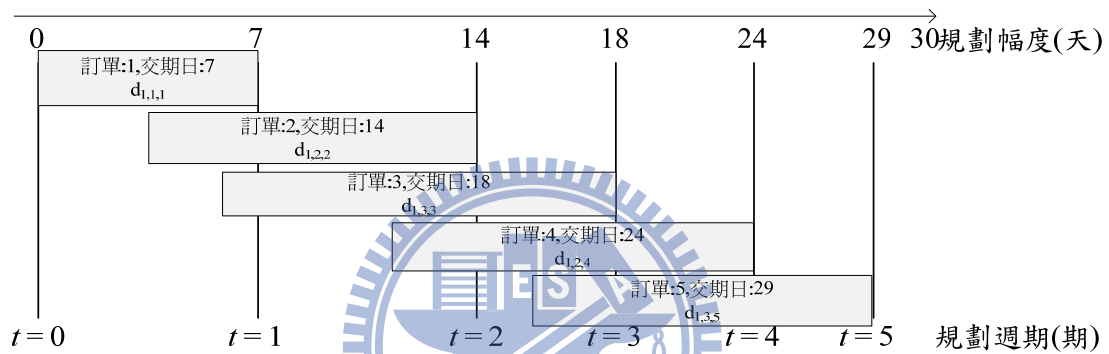


圖 3-5 變動式週期規劃生產圖

3.2.3 問題假設：

1. 同一工作站的所有機台，處理相同產品時，其加工時間皆相同。
2. 洗淨與配向處理站加工 TFT 與 CF 的時間均相同。
3. 系統之瓶頸工作站為配向膜塗佈站、HPS 製程之工作站與 ODF 製程之工作站其中一站。
4. 非指定製程之訂單可藉任一製程滿足。
5. 不考量存貨成本與運輸成本。
6. 各批量工作站內的批量機台有其最大的批量加工數。而批量機台在滿載與非滿載時皆可進行加工，加工時間均相同。
7. 本文為接單式與預測式訂單生產環境，接單式產品規劃後即視為有效產出。預測式產品則須在規劃主生產排程後，與來臨之實際訂單進行沖銷。

3.3 主生產排程系統

本文在「3.3 主生產排程系統」將於「3.3.1 產能估算機制」估算各工作站之產能負荷，並尋找出系統瓶頸工作站。且在「3.3.2 重點工作站規劃機制」針對重點工作站規劃排程，在訂單需求皆能滿足之前提下，最小化瓶頸機台之整備次數。

3.3.1 產能估算機制

在已接收訂單、預測的訂單資訊及製程資訊下，本階段估算組立段在規劃幅度下之各規劃週期，其各工作站之產能負荷，以得知各工作站是否有足夠產能可以滿足訂單之需求。並透過工作站剩餘產能可換線次數尋找出重點工作站中之系統瓶頸工作站，以作為主生產排程模組主要規劃之項目。因此，吾人將先計算各工作站在各規劃週期下加工產品所耗的產能，再計算各期各個工作站在加工產品時所需的最少換線次數，以估算各工作站的總換線次數，並求出是否有足夠產能可在交期內滿足訂單需求。

由於訂單需求包含指定製程與非指定製程，而非指定製程之訂單需求可由 HPS 或 ODF 製程來滿足。因此 HPS 製程($k=7,8,9,10,11$)與 ODF 製程($k=4,5,6$)之工作站須經過非指定製程訂單配置後，才可求出產能負荷。且配向膜塗佈站($k=2$)需知道 HPS 製程與 ODF 製程各配置量亦可求出其產能負荷。因此，吾人將針對 HPS 製程與 ODF 製程共用工作站($k=1,3,12,13,14,15$)進行產能估算。在估算完共用工作站之產能負荷後，吾人將建構一數學模式，以利潤最大為目標來配置指定製程與非指定製程的訂單需求給 ODF 製程與 HPS 製程之工作站進行生產，以估算 HPS 與 ODF 製程工作站之產能負荷，分析是否有足夠產能滿足訂單需求。

估算完各工作站之產能負荷後，若任一工作站產能不足，則必須回報無法滿足的訂單資訊給予上層以做出修正之決策。當各個工作站皆可負荷訂單需求後，則透過剩餘產能可換線次數之多寡，尋找出 HPS 製程之瓶頸工作站、ODF 製程之瓶頸工作站與系統之瓶頸工作站。與配向膜塗佈站作為主生產排程模組重點規劃之工作站。再從此三個重點工作站中剩餘產能可換線次數最少者，定義為系統之瓶頸工作站。圖 3-6 為產能估算步驟之流程圖。

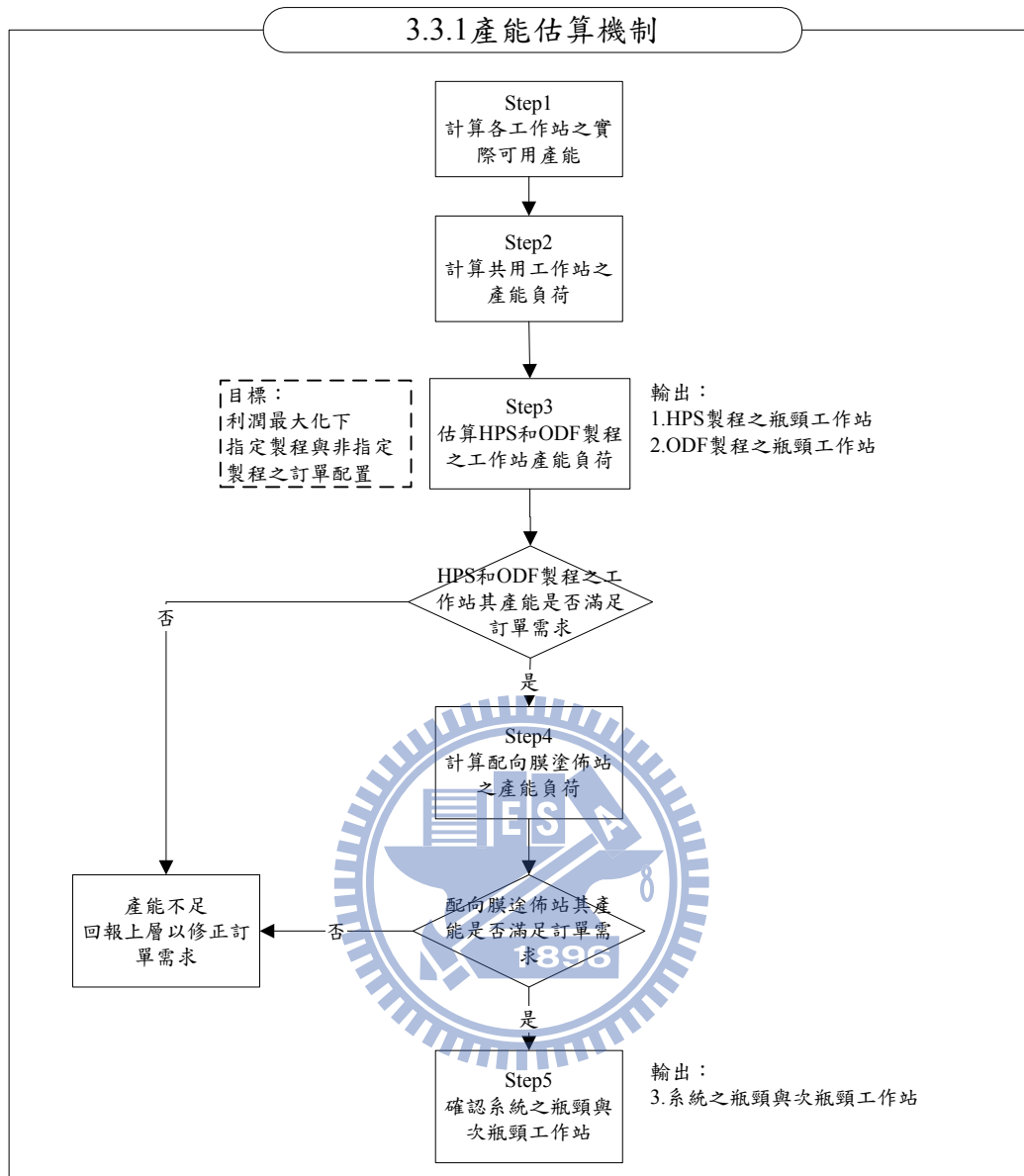


圖 3-6 產能估算機制流程圖

3.3.1.1 產能估算機制符號設計說明

➤ 下標：

k : 表示各工作站之編號； $k=1,2,3,\dots,15$

l : 表示液晶種類； $l=1,2,\dots,L$ ；共 L 種液晶種類

p : 表示製程種類； $p=1,2$ ； $p=1$ 為 HPS 製程， $p=2$ 為 ODF 製程

s : 表示產品尺寸大小； $s=1,2,\dots,S$ ；共 S 種產品尺寸大小

t : 表示系統規劃幅度內的第 t 個規劃週期； $t=1,2,\dots,T$ ；依照各訂單交期日由小至大排序為 $1,2,\dots,T$

➤ 參數：

- b_k : 批量加工站 k 之最大加工批量
- br_k : 工作站 k 因當機所需扣除之產能比率
- $d_{s,l,t}$: 第 t 個規劃週期內，非指定製程訂單，產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品總需求量
- $dp_{p,s,l,t}$: 第 t 個規劃週期內，指定製程訂單，製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品總需求量
- h_t : 第 t 個規劃週期對應之實際天數
- $ismd_{p,s,k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 生產製程種類 p 且產品尺寸 s 之產品所需機台數($k=2$)
- $lmd_{l,k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 生產液晶種類 l 之產品所需機台數($k=4$)
- lo_k : 工作站 k 之產能負荷
- $lst_{k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 之最少換線次數
- m_k : 工作站 k 之機台數
- ma_k : 工作站 k 因維修保養所需扣除之產能比率
- $pf_{p,s,l}$: 生產製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 產品之單位利潤
- $ppt_{p,s,l}$: 配向膜塗佈站加工製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品所需時間
- $pt_{s,l,k}$: 工作站 k 加工產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品所需時間
- rc_k : 工作站 k 之剩餘產能
- rst_k : 工作站 k 剩餘產能可用於換線之次數
- $slmd_{s,l,k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 生產產品尺寸 s 且液晶種類 l

之產品所需機台數($k=8,9,10,11$)

$smd_{s,k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 生產產品尺寸 s 之產品所需機台數($k=1, 3,5,6,7,12,13,14,15$)

st_k : 工作站 k 因整備所耗費之產能

$tc_{k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 之實際可用產能

► 變數：

$I_{p,s,l,t}$: 第 t 個規劃週期內，製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產出量

$PL_{k,t}$: 第 t 個規劃週期內，工作站 k 之剩餘可用產能

3.3.1.2 產能估算步驟

Step1 計算各工作站之實際可用產能

實際生產現場中，機台可能發生當機、維修與一些非人為因素，故在可用產能計算方面上必須以原有的機台產能扣除掉當機與維修所耗損的產能。

$$tc_{k,t} = m_k \times (1 - br_k - ma_k) \times h_t \times 24 \times 60 \times 60 \quad \forall k,t \quad \text{式 3-1}$$

式 3-1 表示各工作站 k 的實際可用產能為規劃週期 t 下，扣除當機(br_k)與維修比例(ma_k)後各機台可用產能之加總，並將單位天數轉換為秒數。

Step2 計算共用工作站之產能負荷

本步驟將先估算共用工作站之產能負荷，產能負荷計算之方式為求算加工所需產能與換線所需產能之總數。吾人以各期最少換線次數來估算各工作站換線之產能需求。各期最少換線次數之計算方式為各期生產產品所需機台數扣除工作站實際擁有之機台數。舉例來說，若生產 4 項產品所需機台數為 4 台，但實際機台數只有 3 台，即表示其中一機台需生產 2 項產品，使得除了第一期期初之初始整備，各期最少換線次數為 1 次。由於各工作站所考量之整備因子不同，因此本文彙整一工作站對應之整備考量因子為表 3-4，透過表 3-4 得知各工作站生產同一種整備因子的產品時，皆不需換線。

表 3-4 整備因子對應之工作站別

整備因子 工作站	產品尺寸(s)	液晶 種類(l)	產品尺寸與 液晶種類(s, l)	製程種類與 產品尺寸(p, s)
前段工作 站編號	k=1,3	x	x	k=2
中段工作 站編號	k=5,6,7	k=4	k=8,9,10,11	x
後段工作 站編號	k=12,13,14,15	x	x	x

註：x 表示無工作站

► 考量產品尺寸因子(s)之工作站所需機台數

$$smd_{s,k,t} = \frac{2 \times pt_{s,l,k} \times \sum_{l=1}^L (d_{s,l,t} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,s,l,t})}{tc_{k,t} / m_k} \quad \forall s,t ; k=1,3 \quad \text{式 3-2}$$

$$smd_{s,k,t} = \frac{\sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times (d_{s,l,t} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,s,l,t})}{tc_{k,t} / m_k} \quad \forall s,t ; k=12,13,14,15 \quad \text{式 3-3}$$

式 3-2 至式 3-3 為 HPS 和 ODF 之共用工作站。式 3-2 表示前段工作站生產非指定製程與指定製程訂單產品尺寸 s 之產品，所需產能除以各期單一機台可用產能，即可求得各工作站生產產品尺寸 s 之產品所需機台數。由於前段工作站(k=1,2,3)必須加工 TFT 與 CF，故所需加工產能為需求之兩倍。求出之所需機台數若不滿一台亦需算為一台。

► HPS 和 ODF 共用工作站各期最少換線次數

$$lst_{k,t} = \max(0, \sum_{s=1}^S smd_{s,k,t} - m_k) \quad \forall t; k=1,3,12,13,14,15 \quad \text{式 3-4}$$

式 3-4 表示實際擁有機台數小於生產產品所需機台數之差值。吾人可將此數值解讀為各期最少換線次數。當生產所需機台數小於實際擁有機台數，表示同一機台將不會因生產兩項產品以上而產生換線，即最少換線次數為 0。當生產所需機台數大於實際擁有機台數，則表示同一機台將會因

生產兩項產品以上而產生換線，即最少換線次數為 $(\sum_{s=1}^S smd_{s,k,t} - m_k)$ 。由於第一期各機台均需進行整備，因此吾人以生產所需機台數 $(\sum_{s=1}^S smd_{l,k,1})$ 來估算第一期最少換線次數。

► HPS 和 ODF 共用工作站產能負荷之計算

$$lo_k = \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T 2 \times pt_{s,l,k} \times (d_{s,l,t} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,s,l,t}) + \sum_{t=1}^T st_k \times lst_{k,t} \quad k=1,3 \quad \text{式 3-5}$$

$$lo_k = \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T pt_{s,l,k} \times (d_{s,l,t} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,s,l,t}) + \sum_{t=1}^T st_k \times lst_{k,t} \quad k=12,13,14,15 \quad \text{式 3-6}$$

式 3-5 表示前段工作站加工 TFT、CF 所需產能與整備所耗用的產能加總。整備次數之計算為各期最少換線次數加總 $(\sum_{t=1}^T lst_{k,t})$ 。由於在 HPS 和 ODF 製程之前，前段工作站均必須加工 TFT 與 CF，因此若訂單需求 100 個產品時，即表示前段加工站須加工 TFT 與 CF 各 100 個，所以加工產能需乘以 2。式 3-6 表示後段工作站加工所需產能與換線所耗用的產能加總。

Step3 估算 HPS 和 ODF 製程工作站之產能負荷

Step3 將透過「訂單配置模式」求解在各工作站 k 滿足訂單需求之前提下，求出指定製程與非指定製程訂單的配置，目標為產出利潤最大化。

► 訂單配置模式

目標函數：

$$\max \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L (pf_{p,s,l} \times \sum_{t=1}^T I_{p,s,l,t}) \quad \text{式 3-7}$$

限制式：

$$I_{p,s,l,t} \geq dp_{p,s,l,t} \quad \forall p, s, l, t \quad \text{式 3-8}$$

$$\sum_{p=1}^2 I_{p,s,l,t} = \sum_{p=1}^2 dp_{p,s,l,t} + d_{s,l,t} \quad \forall s, l, t \quad \text{式 3-9}$$

$$PL_{k,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times \frac{I_{p,s,l,t}}{b_k} + st_k \times lst_{k,t} = tc_{k,t} \quad \forall t; k = 7, 8, 9, 10, 11; p = 1 \quad \text{式 3-10}$$

$$PL_{k,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times I_{p,s,l,t} + st_k \times lst_{k,t} = tc_{k,t} \quad \forall t; k = 4, 5, 6; p = 2 \quad \text{式 3-11}$$

$$rc_k = \sum_{t=1}^T PL_{k,t} \quad k = 4,5,6,7,8,9,10,11 \quad \text{式 3-12}$$

$$lmd_{l,k,t} = \left[\frac{\sum_{s=1}^S pt_{s,l,k} \times I_{p,s,l,t}}{tc_{k,t} / m_k} \right] \quad \forall l,t ; k = 4 ; p=2 \quad \text{式 3-13}$$

$$smd_{s,k,t} = \left[\frac{\sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times I_{p,s,l,t}}{tc_{k,t} / m_k} \right] \quad \forall s,t ; k = 5,6 ; p = 2 \quad \text{式 3-14}$$

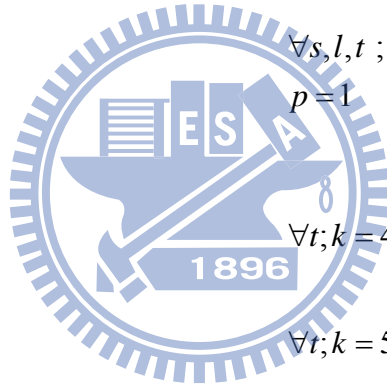
$$smd_{s,k,t} = \left[\frac{\sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times I_{p,s,l,t}}{tc_{k,t} / m_k} \right] \quad \forall s,t ; k = 7 ; p = 1 \quad \text{式 3-15}$$

$$slmd_{s,l,k,t} = \left[\frac{pt_{s,l,k} \times \frac{I_{p,s,l,t}}{b_k}}{tc_{k,t} / m_k} \right] \quad \forall s,l,t ; k = 8,9,10,11 ; p=1 \quad \text{式 3-16}$$

$$lst_{k,t} = \sum_{l=1}^L lmd_{l,k,t} - m_k \quad \forall t ; k = 4 \quad \text{式 3-17}$$

$$lst_{k,t} = \sum_{s=1}^S smd_{s,k,t} - m_k \quad \forall t ; k = 5,6,7 \quad \text{式 3-18}$$

$$lst_{k,t} = \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L slmd_{s,l,k,t} - m_k \quad \forall t ; k = 8,9,10,11 \quad \text{式 3-19}$$



► 變數之值域限制

$$I_{p,s,l,t}, PL_{k,t}, lmd_{l,k,t}, smd_{s,k,t}, slmd_{s,l,k,t}, lst_{k,t} \geq 0 \quad \forall p,s,l,t \quad \text{式 3-20}$$

式 3-7 表目標式為各產品產出總和之利潤最大化。式 3-8 表示指定製程訂單的需求必須由指定的 HPS 製程或 ODF 製程產出來滿足。式 3-9 表示 HPS 製程與 ODF 製程各期所分配之訂單數量必須等於各期指定製程與非指定製程的訂單需求總和。式 3-10 表示 HPS 製程各期所分配的訂單數量，其生產所需產能與整備所耗用產能與剩餘產能之加總必須等於各工作站實際可用產能。式 3-10 中， $k=7$ 對應之工作站為序列工作站，因此加工批量(b_7)為 1。式 3-11 表示 ODF 製程各期所分配的訂單數量，其生產所需

產能與整備所耗用產能與剩餘產能之加總必須等於各工作站實際可用產能。式 3-12 表示各工作站規劃幅度內剩餘可用產能為各期剩餘可用產能之加總。式 3-13 表示 ODF 製程考量液晶種類之工作站所需機台數。式 3-14 表示 ODF 製程考量產品尺寸之工作站所需機台數。式 3-15 表示 HPS 製程考量產品尺寸之工作站所需機台數。式 3-16 表示 HPS 製程考量產品尺寸與液晶種類之工作站所需機台數。式 3-17、式 3-18 與式 3-19 表示共用工作站各期最少換線次數為各期所需機台數扣除工作站實際擁有機台數。

藉由數學模式的求算，若無法求解，即表示 HPS 製程與 ODF 製程之工作站無法負荷訂單需求，則必須回報給與上層以作出新的決策。若可求解，則前往 Step4 計算 HPS 和 ODF 製程共用工作站之產能負荷。

Step4 計算配向膜塗佈站之產能負荷

根據 Step3 將可求解出 HPS 製程與 ODF 製程訂單之配置量，即可求解配向膜塗佈站之產能負荷。

► 考量製程種類(p)與產品尺寸因子(s)之工作站所需機台數

$$ismd_{p,s,k,t} = \left\lceil \frac{2 \times ppt_{p,s,l} \times \sum_{l=1}^L I_{p,s,l,t}}{cap_{k,t} / m_k} \right\rceil \quad \forall p,s,t; k=2 \quad \text{式 3-21}$$

式 3-21 為配向膜塗佈站生產製程種類 p 且產品尺寸 s 之產品所需機台數。由於必須加工 TFT 與 CF 兩物料，因此需乘 2。

$$lst_{k,t} = \max(0, \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S ismd_{p,s,k,t} - m_k) \quad \forall t; k=1,3,12,13,14,15 \quad \text{式 3-22}$$

$$lo_k = 2 \times \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T ppt_{p,s,l} \times I_{p,s,l,t} + \sum_{t=1}^T st_k \times lst_{k,t} \quad k=2 \quad \text{式 3-23}$$

$$rc_k = cap_k - lo_k \quad k=2 \quad \text{式 3-24}$$

式 3-22 表示配向膜塗佈站各期之最少換線次數，為所需機台數扣除實際擁有機台數。式 3-23 表示配向膜塗佈工作站加工 TFT、CF 所需產能與整備所耗用的產能加總。式 3-24 表示工作站之剩餘可用產能為實際可用產能扣除該工作站之產能負荷。

經過前段與後段工作站產能負荷之計算後，若其中一工作站無法負荷訂單需求時，則必須回報無法滿足的資訊給與上層以作出新的決策。若可以負荷訂單之需求，則前往 Step5 確認系統瓶頸工作站與次瓶頸工作站。

Step5 確認系統之瓶頸工作站與次瓶頸工作站

本文定義瓶頸工作站為剩餘產能可用於換線次數之最小者。因此，透過剩餘產能可用於換線次數，可辨識出 HPS 製程與 ODF 製程中之瓶頸工作站。進而利用剩餘產能可用於換線次數分析出配向膜塗佈站、HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站中系統之瓶頸工作站，其他兩工作站則為次瓶頸工作站。

$$rst_k = \frac{rc_k}{st_k} \quad k = 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 \quad \text{式 3-25}$$

式 3-25 表示工作站剩餘可用產能除上換線所耗用的產能即得剩餘產能可換線之次數。

3.3.2 重點工作站規劃機制

本階段將針對重點規劃之工作站進行主生產排程之規劃。透過產能估算法則可求出重點規劃工作站中之系統瓶頸工作站，為配向膜塗佈站，次瓶頸為 HPS 製程之瓶頸工作站液晶灌入站與 ODF 製程之瓶頸工作站液晶滴入站。本文透過一階段之整數規劃模式求出系統瓶頸配向膜塗佈站與次瓶頸液晶灌入站、液晶滴入站之排程。以下將逐一說明模式符號設計、設計理念與模式之建構。

3.3.2.1 符號設計說明

➤ 下標：

j : 表示重點工作站之機台； $j=1, 2, \dots, Jp$ 為配向膜塗佈站之機台數、 $j=1, 2, \dots, Jh$ 為液晶灌入站之機台數、 $j=1, 2, \dots, Jo$ 為液晶滴入站之機台數

➤ 參數：

$cap_{j,t}$: 第 t 個規劃交期內，重點工作站機台 j 的實際可用產能

Q : 表示為一極大之數值

➤ 決策變數：

$H_{s,l,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，液晶灌入站之第 j 個機台加工產品尺寸 s 、液晶種類 l 產品的數量

$L_{j,t}$: 第 t 個規劃交期內，重點工作站之第 j 個機台的剩餘可用產能。

$O_{s,l,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，液晶滴入站之第 j 個機台加工產品尺寸 s 、液晶種類 l 產品的數量

$P_{p,s,l,j,d,t}$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈的第 j 個機台配置於第 d 期，加工製程種類 p 、產品尺寸 s 、液晶種類 l 產品的數量

$U_{p,s,l,t}$: 第 t 個規劃交期內，由製程種類 p 所滿足之產品尺寸 s 且液晶種類 l 非指定製程之訂單需求量。

$V_{s,l,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，液晶灌入站機台 j 之加工產品尺寸 s 、液晶種類 l 產品的批次數量

➤ 工作變數

$\alpha p_{p,s,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈機台 j 是否生產製程種類 p 且產品尺寸 s 的產品，若是，則為 1；反之為 0

$\alpha h_{s,l,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，HPS 製程中，液晶灌入站機台 j 是否生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 的產品，若是則為 1；反之為 0

$\alpha o_{l,j,t}$: 第 t 個規劃交期內，ODF 製程中，液晶滴入機台 j 是否生產液晶種類 l 的產品，若是，則為 1；反之為 0

$\beta h_{j,t}$: $t-1$ 期與 t 期間液晶灌入站機台 j 是否避免整備

$\beta o_{j,t}$: $t-1$ 期與 t 期間液晶滴入站機台 j 是否避免整備

$\beta p_{j,t}$: $t-1$ 期與 t 期間配向膜塗佈站機台 j 是否避免整備

$\gamma p_{p,s,j,t}$: 配向膜塗佈機台 j 是否在 t 期與 $t+1$ 期皆生產製程種類 p 且產品尺寸 s 的產品，而產生跨期避免初始整備的機會，若是，則為 1；反之為 0

- $\gamma h_{s,l,j,t}$: HPS 製程中，液晶灌入站之機台 j_2 是否在 t 期與 $t+1$ 期皆生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 的產品，而產生跨期避免初始整備的機會，若是，則為 1；反之為 0
- $\gamma o_{l,j,t}$: ODF 製程中，液晶滴入機台 j_3 是否在 t 期與 $t+1$ 期皆生產液晶種類 l 的產品，而產生跨期避免初始整備的機會，若是，則為 1；反之為 0
- $y h_{j,t}$: 第 t 期的液晶灌入站機台 j 若生產兩種產品別以上則為 1；反之為 0
- $y o_{j,t}$: 第 t 期的液晶滴入站機台 j 若生產兩種產品別以上則為 1；反之為 0
- $y p_{j,t}$: 第 t 期的配向膜塗佈站機台 j 若生產兩種產品別以上則為 1；反之為 0

3.3.2.2 模式設計理念說明：

本節將分成幾個要點來說明模式的設計理念：

(1). 對稱性生產

本文將利用對稱性生產的概念以簡化模式，將配向膜塗佈站生產 TFT 的排程安排於佔總機台數一半之機台上。並訂定生產 TFT 的排程結果與生產 CF 的排程結果相同，藉此降低本模式之複雜度。由於配向膜塗佈站加工 TFT 與 CF 之時間均相同，且兩者生產的數量在每期須相同，才可組合成同數之面板成品。故模式將只規劃配向膜塗佈站加工經由製程種類 $p(p=1,2)$ 的 TFT 之排程，表示所求 TFT 之排程解即為工 CF 之排程解。

(2). 訂單可選擇製程與生產數量符號說明

3.1.6 節提到之訂單可選擇製程之情境。在圖 3-7 中，瓶頸配向膜塗佈站須滿足訂單指定製程與非指定製程之訂單需求。指定 HPS 製程之訂單需求 ($dp_{1,s,l,t}$) 則需由配向膜塗佈站加工 HPS 製程之物料 ($P_{1,s,l,j,d,t}$) 來滿足；指定 ODF 製程之訂單需求 ($dp_{2,s,l,t}$) 則需由配向膜塗佈站加工 ODF 製程之物料 ($P_{2,s,l,j_1,d,t}$) 來滿足；非指定製程之訂單需求 ($d_{s,l,t}$) 則可透過配向膜塗佈站以 HPS 製程的產量滿足非指定製程之訂單和以 ODF 製程的產量滿足非指定製程之訂單 ($U_{1,s,l,t} + U_{2,s,l,t}$) 之總數來滿足。

次瓶頸液晶灌入站與液晶滴入站之加工量($H_{s,l,j,t}, O_{s,l,j,t}$)必須滿足瓶頸配向膜塗佈站之產出。液晶灌入站之加工量($H_{s,l,j_2,t}$)須滿足配向膜塗佈站加工 HPS 製程之產出量($P_{1,s,l,j_1,d,t}$)，液晶滴入站之加工量($O_{s,l,j_3,t}$)須滿足配向膜塗佈站加工 HPS 製程之產出量($P_{2,s,l,j_1,d,t}$)。

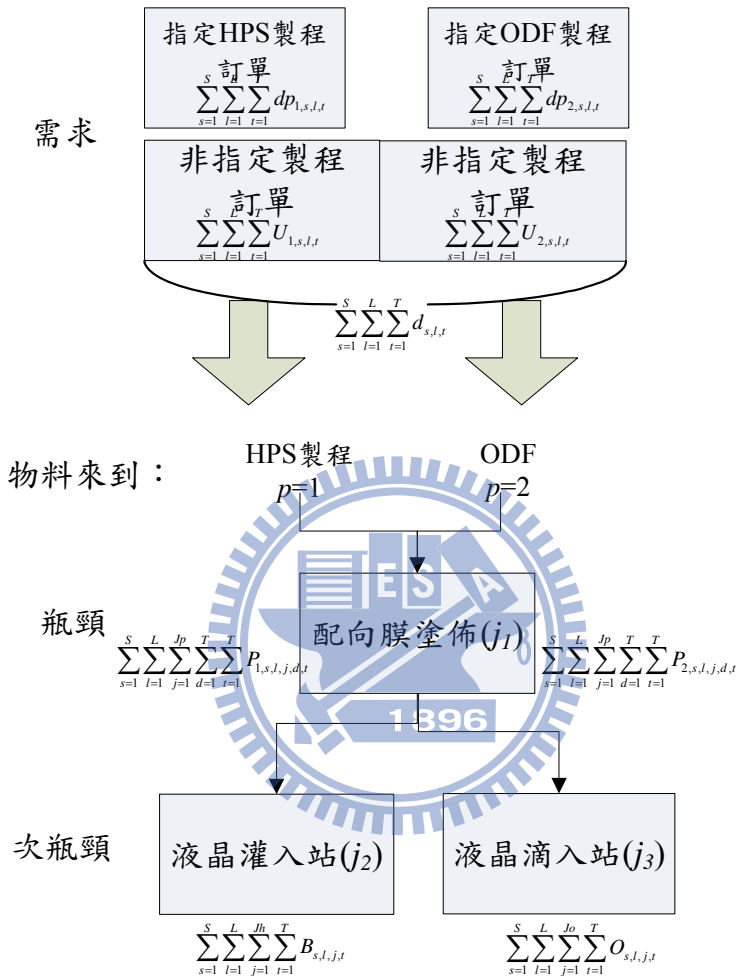


圖 3-7 訂單滿足流程圖

(3). 配向膜塗佈站提前生產之設計概念

由於配向膜塗佈站其整備時間非常長，為節省整備次數，當規劃完第 t 期之訂單需求後，若配向膜塗佈站於第 t 期尚有多餘的產能，則可提早為第 $t+1$ 、 $t+2$...期生產與第 t 期相同的產品以減少整備次數。因此本文所設定配向膜塗佈站生產之數量($P_{p,s,l,j,d,t}$)即表示第 t 期生產第 d 期訂單需求的數量。 d 之範圍即為第 t 期至最後一期第 T 期，而於第 t 期生產第 t 期、第 $t+1$ 期...至第 T 期之數量加總($\sum_{d=t}^T P_{p,s,l,j,d,t}$)即由配向膜塗佈站第 t 期所生產

的總量。因此，第一期之訂單需求($dp_{p,s,l,1} + U_{p,s,l,1}$)即為配向膜塗佈站第一期生產給予第一期之數量($P_{p,s,l,j,1,1}$)，第二期之訂單需求($dp_{p,s,l,2} + U_{p,s,l,2}$)即為配向膜塗佈站第一期生產給予第二期之數量($P_{p,s,l,j,2,1}$)與第二期生產給予第二期之數量($P_{p,s,l,j,2,2}$)之加總，以此類推。

(4). 整備設計概念

本文在整備次數之設計概念上為各期所生產的產品別次數加總($\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^{J_p} \sum_{t=1}^T \alpha p_{p,s,j,t}$)扣除跨期避免整備之次數加總($\sum_{j=1}^{J_p} \sum_{t=1}^T \beta p_{j,t}$)。如圖 3- 8 所示，配向膜機台一在第一期生產製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 3($s=3$)與製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 1($s=1$)的產品($\alpha p_{1,3,1,1} = \alpha p_{1,1,1,1} = 1$)。由於第一期期初前，機台一並無生產任何產品，因此期初初始生產製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 3($s=3$)的產品時必須換線 1 次，加上接續生產製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 1($s=1$)的產品須換線 1 次，故第一期機台一須換線 2 次($\alpha p_{1,3,1,1} + \alpha p_{1,1,1,1} - \beta p_{1,1} = 1 + 1 - 0 = 2$)。而在第二期生產製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 1($s=1$)與製程種類 3($p=3$)且產品尺寸 1($s=1$)的產品($\alpha p_{1,1,1,2} = \alpha p_{3,1,1,2} = 1$)。由於第一期期末機台一生產製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 1($s=1$)的產品，因此在第二期期初所生產之製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 1($s=1$)的產品可節省第二期期初初始之整備，故第二期機台一之整備次數為 1 次($\alpha p_{1,1,1,2} + \alpha p_{3,1,1,2} - \beta p_{1,2} = 1 + 1 - 1 = 1$)。因此機台一在第一期與第二期之整備次數加總為 3 次。

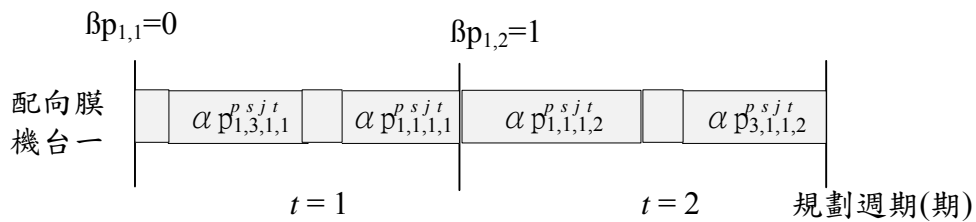


圖 3- 8 換線次數計算圖

在整備次數的計算上，為了減少整備次數，機台一在第一期生產製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 3($s=3$)的產品，接續生產製程種類 1($p=1$)且產品尺寸 1($s=1$)的產品後，將不會再於第一期生產製程種類 1($p=1$)且產品尺寸

3($s=3$)的產品，如圖 3- 8 所示。因此當 t 期期末與 $t+1$ 期期初跨期持續生產相同產品別時，可避免 $t+1$ 期之期初初始整備之情況發生。以下將為 $\alpha p_{p,s,j,t}$ 與 $\beta p_{j,t}$ 之設計舉例說明。

➤ 第 t 期是否生產($\alpha p_{p,s,j,t}$)之設計概念

瓶頸配向膜塗佈站之整備維度為製程種類(p)和產品尺寸(s)，未考量到液晶種類(l)，因此各機台(j)在生產不同的液晶種類但相同之製程種類與產品尺寸的產品其 $\alpha p_{p,s,j,t}$ 值均為 1。以圖 3- 9 為例，機台二($j=2$)第一期($t=1$)生產配置於第一期($d=1$)製程種類 1($p=1$)、產品尺寸 3($s=3$)且液晶種類 1($l=1$)的產品數量($P_{1,3,1,2,1,1}$)，而接續生產為製程種類 1($p=1$)、產品尺寸 3($s=3$)且液晶種類 2($l=2$)的產品數量($P_{1,3,2,2,1,1}$)來滿足訂單需求($dp_{1,3,2,1}$)。由於此兩項產品均為相同製程種類與產品尺寸，故 $\alpha p_{1,3,2,1}$ 值為 1，亦即第一期整備次數為期初整備的 1 次，期中接續生產時不需換線。

3.2.2 節之變動週期規劃曾提及產能充分運用之概念，較後交期($t+1$ 、 $t+2$ 、 $t+3$...)的訂單可藉由前面規劃週期(t)尚有充裕的產能而可提前生產。如圖 3- 9 配向膜塗佈之機台一($j=1$)所示，相同物料(p)與產品尺寸(s)的訂單可因機台一生產配置於第一期之數量($P_{1,1,1,1,1,1}$)滿足第一期($t=1$)的需求($dp_{1,1,1,1}$)後，進而生產配置於第二期與第三期的數量($P_{1,1,1,1,2,1}$ 、 $P_{1,1,1,1,3,1}$)以滿足第二期與第三期之訂單需求($dp_{1,1,1,2}$ 、 $dp_{1,1,1,3}$)，由於生產的製程種類與產品尺寸相同，故不須換線。第一期之機台一生產製程種類 1($p=1$)和產品尺寸 1($s=1$)的產品($\alpha p_{1,1,1,1}=1$)，在初始整備之後，機台一均生產同種物料與產品尺寸，故第一期整備次數即為 1 次。

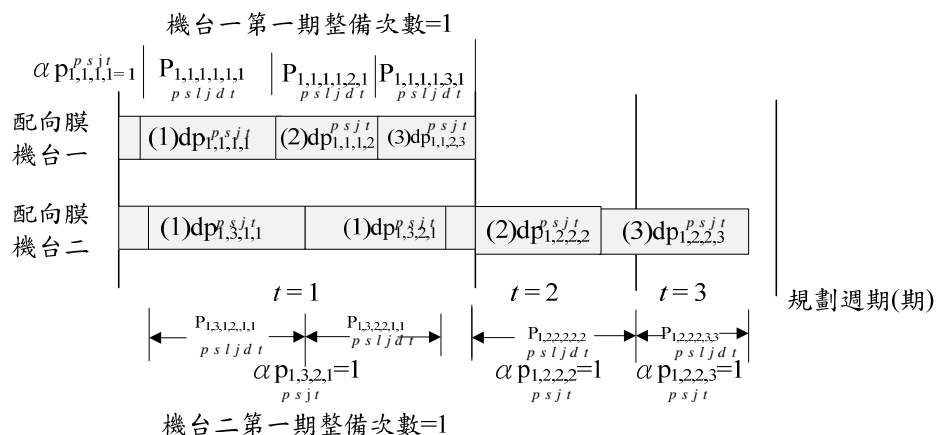


圖 3- 9 當期換線說明圖

► 跨期期初是否避免整備($\beta p_{j,t}$)之設計概念

當一機台在 t 期與 $t+1$ 期生產相同產品別時，即有機會在 t 期期末與 $t+1$ 期期初因持續生產相同產品別而避免 $t+1$ 期初始整備($\gamma p_{p,s,j,t} = 1$)。當 t 期與 $t+1$ 期某一機台生產一種以上之相同產品別時， $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t}$ 值大於等於

1，表示 $t+1$ 期期初具有一種以上可避免期初整備的機會。由於一機台在 $t+1$ 期期初只能避免一次初始整備，此時即表示其中一相同產品別在 t 期期末與 $t+1$ 期期初生產，以避免跨期期初整備之情況發生。故設定 $\beta p_{j,t}$ 值為 1 表示 j 機台在 $t+1$ 期期初生產時，可避免初始之整備。因此在整備次數之計算上，必須扣除因跨期生產相同產品別而可避免初始換線之情形。反之，當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 0 時，表示 j 機台之 t 期因與 $t+1$ 期並無生產相同

之產品別，因此 j 機台在 $t+1$ 期期初將與 t 期期末所生產的產品別不同而需換線。如圖 3- 10 所示，機台一在第一期生產 4 項產品別， $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,1,1}$ 值為 4，因此整備次數為 4 次。第二期機台一生產 4 項產品別， $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,1,2}$ 值為 4，整備次數亦為 4 次。故第一期與第二期的總整備次數即為 8 次。但第一期所生產之 4 項產品與第二期所生產之 4 項產品，皆為同種產品別。因此，跨期可避免初始換線之機會即為 4 次， $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,1,1}$ 值為 4。由於跨期可避免換線之機會為 1 次以上，吾人將在其中挑選一相同產品別在 t 期期末與 $t+1$ 期期初生產以避免跨期初始換線，圖 3- 10 中，即挑選製程種類 1 且產品尺寸 2 的產品在 t 期期末與 $t+1$ 期期初生產以避免 $t+1$ 期期初之整備，因此 $\beta p_{1,1}$ 值為 1。故實際總換線次數為 7 次(8-1=7)。

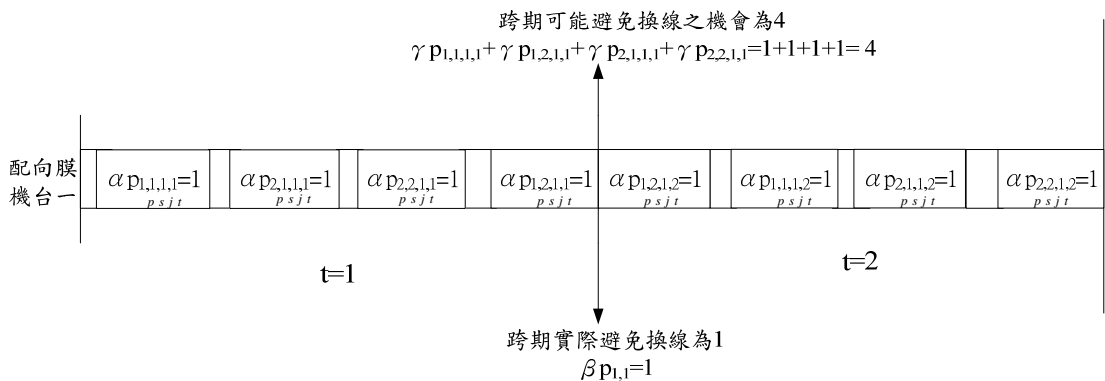


圖 3- 10 總換線次數說明圖

在跨期避免期初整備之設計概念上，當第 t 期某一機台生產一種產品別時，此產品別可與 $t-1$ 期期末因生產相同種產品別而避免 t 期期初整備，亦可與 $t+1$ 期期初因生產相同產品別而避免 $t+1$ 期期初整備；但當第 t 期某一機台生產兩種產品別以上時，其中一產品別若與 $t-1$ 期期末生產相同產品別而避免 t 期期初之整備，由於在 t 期生產完此產品別後，必須接續生產另一產品別，故在 t 期期初生產之產品別將無法再於 t 期期末生產，而與 $t+1$ 期期初因生產相同產品別而避免 $t+1$ 期期初之初始換線。因此，本文在跨期避免期初整備之設計概念上，必須防止當 t 期某一機台生產兩種產品別以上時，其中一產品別 t 期期初與 $t+1$ 期期初皆具有跨期避免期初整備之機會。

舉例如圖 3-11 所示，若機台一在第一期、第二期與第三期皆生產製程種類 $2(p=2)$ 且產品尺寸 $1(s=1)$ 的產品別時 ($\alpha p_{2,1,1,1} = \alpha p_{2,1,1,2} = \alpha p_{2,1,1,3} = 1$)，在本文之整備設計概念上為第二期期初與第三期期初皆產生跨期可避免整備的機會 ($\gamma p_{2,1,1,1} = \gamma p_{2,1,1,2} = 1$)。因此製程種類 $2(p=2)$ 且產品尺寸 $1(s=1)$ 的產品將在第二期期初與期末生產以避免第二期期初與第三期期初之初始整備 ($\beta p_{1,1} = \beta p_{1,2} = 1$)。如此，當第二期生產兩種產品別以上時，製程種類 $2(p=2)$ 且產品尺寸 $1(s=1)$ 的產品在第二期期初與期末皆生產將不符合本文之設計邏輯。因此，本文設計一變數 ($y p_{j,t}$) 以在主生產排程之模式中，限制當 t 期生產兩種產品別以上時，同一種產品別在 t 期期初與 $t+1$ 期期初不能皆具有跨期避免整備之機會，則 $\gamma p_{p,s,j,t} + \gamma p_{p,s,j,t+1}$ 之值不可為 2。

舉例說明，當 $y p_{1,2}$ 值為 1 時，表示第二期所生產的製程種類 $2(p=2)$ 且產品尺寸 $1(s=1)$ 的產品若在第二期期初生產，則將與第一期期末因生產相同產品別具有跨期避免期初整備之機會 ($\gamma_{2,1,1,1} = 1$)，而將不會再於第二期期末生產與第三期期初因生產相同產品別而具有有跨期避免期初整備之機會 ($\gamma p_{2,1,1,2} = 0$)；反之亦然。故第二期與第三期跨期避免期初整備之機會加總將為 $1(\gamma p_{2,1,1,1} + \gamma p_{2,1,1,2} = 1)$ 。

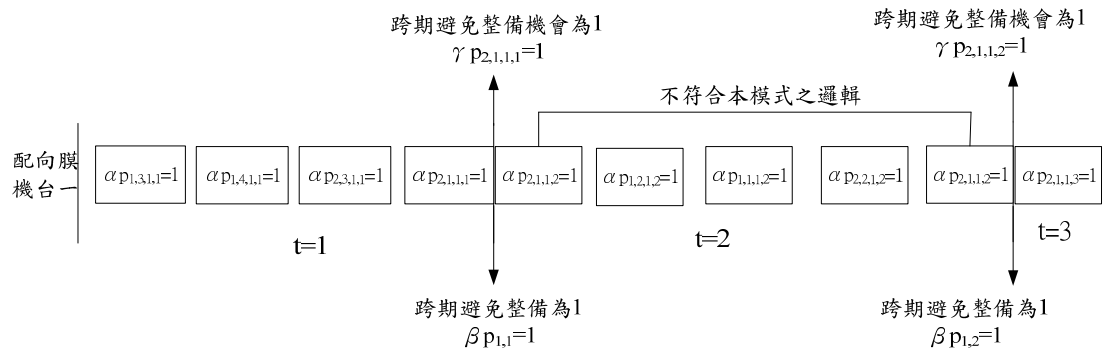


圖 3- 11 避免期初期末皆生產同一產品別之說明圖

3.3.2.3 重點工作站排程求解模式

➤ 目標函數

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t=1}^T \left(\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} - \beta p_{j,t} \right) \quad \text{式 3-26}$$

➤ 產能限制式

$$L_{j,t} + \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \sum_{d=t}^T (ppt_{p,s,l} \times P_{p,s,l,j,d,t}) + st_k \times \left(\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} - \beta p_{j,t} \right) = cap_{j,t} \quad \forall t; k = 2; j = 1, \dots, Jp \quad \text{式 3-27}$$

$$L_{j,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times V_{s,l,j,t} + st_k \times \left(\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} - \beta h_{j,t} \right) = cap_{j,t} \quad \forall t; k = 10; j = 1, \dots, Jh \quad \text{式 3-28}$$

$$L_{j,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times O_{s,l,j,t} + st_k \times \left(\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} - \beta o_{j,t} \right) = cap_{j,t} \quad \forall t; k = 4; j = 1, \dots, Jo \quad \text{式 3-29}$$

➤ 需求限制式

$$\sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t'=1}^t P_{p,s,l,j,d,t'} = dp_{p,s,l,t} + U_{p,s,l,t} \quad \forall p,s,l,t; d = t \quad \text{式 3-30}$$

$$\sum_{p=1}^2 U_{p,s,l,t} = d_{s,l,t} \quad \forall s,l,t \quad \text{式 3-31}$$

$$\sum_{j=1}^{Jh} H_{s,l,j,t} = \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{d=t}^T P_{1,s,l,j,d,t} \quad \forall s,l,t \quad \text{式 3-32}$$

$$\sum_{j=1}^{Jo} O_{s,l,j,t} = \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{d=t}^T P_{2,s,l,j,d,t} \quad \forall s,l,t \quad \text{式 3-33}$$

$$b_k \times V_{s,l,j,t} \geq H_{s,l,j,t} \quad \forall s,l,t; k = 10; j = 1, \dots, Jh \quad \text{式 3-34}$$

$$H_{s,l,j,t} \geq b_k \times (V_{s,l,j,t} - 1) \quad \forall s,l,t; k=10; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-35}$$

➤ 生產限制式

$$\sum_{l=1}^L \sum_{d=t}^T P_{p,s,l,j,d,t} \leq Q \times \alpha p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-36}$$

$$\sum_{s=1}^S O_{s,l,j,t} \leq Q \times \alpha o_{l,j,t} \quad \forall l,t; j=1,\dots,Jo \quad \text{式 3-37}$$

$$H_{s,l,j,t} \leq Q \times \alpha h_{s,l,j,t} \quad \forall s,l,t; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-38}$$

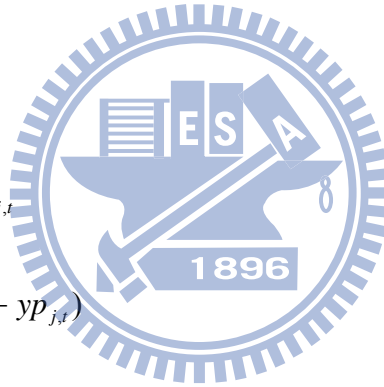
$$\sum_{l=1}^L \sum_{d=t}^T P_{p,s,l,j,d,t} \geq \alpha p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-39}$$

$$\sum_{s=1}^S O_{s,l,j,t} \geq \alpha o_{l,j,t} \quad \forall l,t; j=1,\dots,Jo \quad \text{式 3-40}$$

$$H_{s,l,j,t} \geq \alpha h_{s,l,j,t} \quad \forall s,l,t; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-41}$$

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1 + Q \times y p_{j,t} \quad \forall t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-42}$$

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - y p_{j,t}) \quad \forall t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-43}$$



➤ 跨期避免期初整備限制式

$$\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma p_{p,s,j,t}) \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-44}$$

$$\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1 + y p_{j,t} + Q \times \gamma p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-45}$$

$$\gamma p_{p,s,j,t} + \gamma p_{p,s,j,t+1} \leq 2 - y p_{j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-46}$$

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t} \leq Q \times \beta p_{j,t} \quad \forall t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-47}$$

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t} \geq \beta p_{j,t} \quad \forall t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-48}$$

► 液晶滴入站排程限制式

$$\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} \leq 1 + Q \times y o_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-49}$$

$$\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - y o_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-50}$$

$$\alpha o_{l,j,t-1} + \alpha o_{l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma o_{l,j,t}) \quad \forall l, t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-51}$$

$$\alpha o_{l,j,t-1} + \alpha o_{l,j,t} \leq 1 + y o_{j,t} + Q \times \gamma o_{l,j,t} \quad \forall l, t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-52}$$

$$\gamma o_{l,j,t} + \gamma o_{l,j,t+1} \leq 2 - y o_{j,t} \quad \forall l, t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-53}$$

$$\sum_{l=1}^L \gamma o_{l,j,t} \leq Q \times \beta o_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-54}$$

$$\sum_{l=1}^L \gamma o_{l,j,t} \geq \beta o_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-55}$$

► 批量灌入站排程限制式

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} \leq 1 + Q \times y h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J h \quad \text{式 3-56}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - y h_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, J h \quad \text{式 3-57}$$

$$\alpha h_{s,l,j,t-1} + \alpha h_{s,l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma h_{s,l,j,t}) \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, J h \quad \text{式 3-58}$$

$$\alpha h_{s,l,j,t-1} + \alpha h_{s,l,j,t} \leq 1 + y h_{j,t} + Q \times \gamma h_{s,l,j,t} \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, J h \quad \text{式 3-59}$$

$$\gamma h_{s,l,j,t} + \gamma h_{s,l,j,t+1} \leq 2 - y h_{j,t} \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, J h \quad \text{式 3-60}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \gamma h_{s,l,j,t} \leq Q \times \beta h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J h \quad \text{式 3-61}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \gamma h_{s,l,j,t} \geq \beta h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J h \quad \text{式 3-62}$$

► 變數之值域限制

$$L_{j,t}, P_{p,s,l,j,d,t}, B_{s,l,j,t}, O_{l,j,t}, V_{s,l,j,t} \geq 0; \alpha p_{p,s,j,t}, \alpha h_{s,l,j,t}, \alpha o_{l,j,t}, \beta h_{j,t}, \beta o_{j,t}, \beta p_{j,t}, \gamma p_{p,s,j,t}, \gamma o_{l,j,t}, \gamma h_{s,l,j,t}, y h_{j,t}, y o_{j,t}, y p_{j,t} \in \{0, 1\} \quad \text{式 3-63}$$

➤ 目標函數說明：

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t=1}^T \left(\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} - \beta p_{j,t} \right) \quad \text{式 3-26}$$

式 3-26 表目標式為最小化瓶頸工作站配向膜塗佈與次瓶頸工作站的整備次數。

➤ 產能限制式說明：

$$L_{j,t} + \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \sum_{d=t}^T (ppt_{p,s,l} \times P_{p,s,l,j,d,t}) + st_k \times \left(\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} - \beta p_{j,t} \right) = \text{cap}_{j,t} \quad \forall t; k=2; j=1, \dots, Jp$$

式 3-27

式 3-27 表配向膜塗佈站當期加工所耗產能、整備所耗的產能與剩餘可用產能相加須等於實際可用產能。整備次數為各期生產的次數加總 $\left(\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \right)$ 扣除跨期節省整備的次數 $(\beta p_{j,t})$ ，見 3.4.2 節整備設計概念之說明。

$$L_{j,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times V_{s,l,j,t} + st_k \times \left(\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} - \beta h_{j,t} \right) = \text{cap}_{j,t} \quad \forall t; k=10; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-28}$$

式 3-28 表液晶灌入站每一批次加工所耗的產能、整備所耗的產能與剩餘可用產能相加須等於液晶灌入站實際可用產能。

$$L_{j,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times O_{s,l,j,t} + st_k \times \left(\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} - \beta o_{j,t} \right) = \text{cap}_{j,t} \quad \forall t; k=4; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-29}$$

式 3-29 表液晶滴入站加工所耗的產能、整備所耗的產能與剩餘可用產能相加須等於液晶滴入站實際可用產能。

➤ 需求限制式說明：

$$\sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t'=1}^t P_{p,s,l,j,d,t'} = dp_{p,s,l,t} + U_{p,s,l,t} \quad \forall p,s,l,t; d=t \quad \text{式 3-30}$$

式 3-30 表示瓶頸配向膜塗佈機台於第 1 期至第 t 期間，總共配置於第 d 期($d=t$)加工 HPS 或 ODF 製程的投料量須等於第 t 期指定 HPS 或 ODF 製程的訂單需求量與非指定製程訂單的配置量加總。舉例如第 2 期之訂單需求($dp_{p,s,l,2}$)則為第 1 期($P_{p,s,l,j_1,2,1}$)與第 2 期($P_{p,s,l,j_1,2,2}$)配置於第 2 期數量之加總。

$$\sum_{p=1}^2 U_{p,s,l,t} = d_{s,l,t} \quad \forall s,l,t \quad \text{式 3-31}$$

式 3-31 表示瓶頸配向膜塗佈機台加工的投料量須等於指定製程與非指定製程訂單之需求量加總。透過式 3-30 與式 3-31 可求得訂單非指定製程之配置量，如圖 3-12 所示。

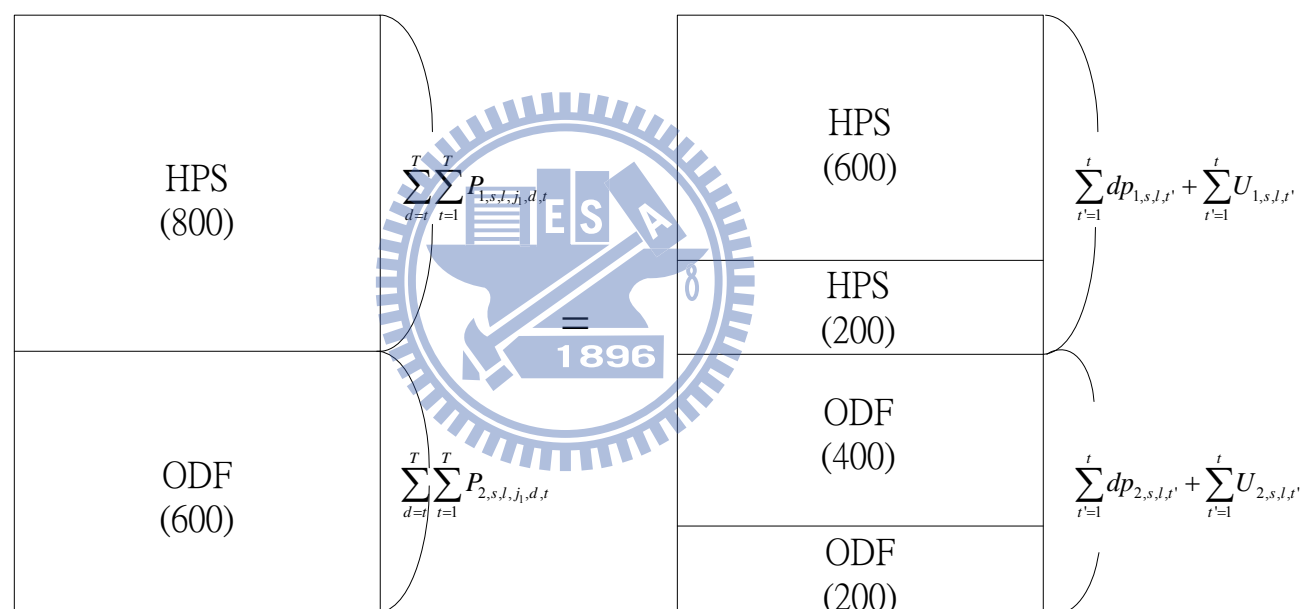


圖 3-12 訂單指定製程與非指定製程分配圖

$$\sum_{j=1}^{J_h} H_{s,l,j,t} = \sum_{j=1}^{J_p} \sum_{d=t}^T P_{1,s,l,j,d,t} \quad \forall s,l,t \quad \text{式 3-32}$$

$$\sum_{j=1}^{J_o} O_{s,l,j,t} = \sum_{j=1}^{J_p} \sum_{d=t}^T P_{2,s,l,j,d,t} \quad \forall s,l,t \quad \text{式 3-33}$$

式 3-32 表液晶灌入站第 t 期加工的投料量必須等於配向膜塗佈站第 t 期加工 HPS 製程之產出量。式 3-33 表液晶滴入站第 t 期加工的投料量必須等於配向膜塗佈站第 t 期加工 ODF 製程之產出量。

$$b_k \times V_{s,l,j,t} \geq H_{s,l,j,t} \quad \forall s,l,t; k=10; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-34}$$

$$H_{s,l,j,t} \geq b_k \times (V_{s,l,j,t} - 1) \quad \forall s,l,t; k=10; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-35}$$

式 3-34 與式 3-35 表示根據液晶灌入站之投料量，計算出第 t 期之 j 機台加工產品尺寸 s 且液晶種類 l 的產品所需之批次數($V_{s,l,j,t}$)。當加工批量未達滿批上限時亦須算成一批來加工。

► 生產限制式說明

$$\sum_{l=1}^L \sum_{d=t}^T P_{p,s,l,j,d,t} \leq Q \times \alpha p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-36}$$

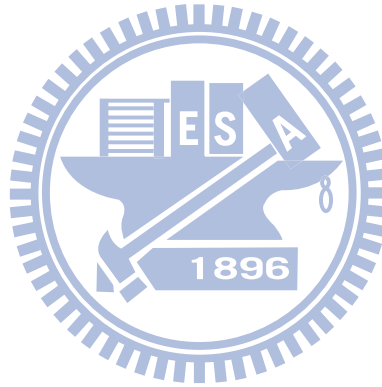
$$\sum_{s=1}^S O_{s,l,j,t} \leq Q \times \alpha o_{l,j,t} \quad \forall l,t; j=1,\dots,Jo \quad \text{式 3-37}$$

$$H_{s,l,j,t} \leq Q \times \alpha h_{s,l,j,t} \quad \forall s,l,t; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-38}$$

$$\sum_{l=1}^L \sum_{d=t}^T P_{p,s,l,j,d,t} \geq \alpha p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-39}$$

$$\sum_{s=1}^S O_{s,l,j,t} \geq \alpha o_{l,j,t} \quad \forall l,t; j=1,\dots,Jo \quad \text{式 3-40}$$

$$H_{s,l,j,t} \geq \alpha h_{s,l,j,t} \quad \forall s,l,t; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-41}$$



式 3-36 表配向膜塗佈機台是否在第 t 期生產製程種類 p 且產品尺寸 s 的產品，若有生產，則 $\alpha p_{p,s,j,t}$ 值為 1。式 3-37 表液晶滴入機台是否在第 t 期生產液晶種類 l 的產品，若有生產，則 $\alpha o_{l,j,t}$ 值為 1。式 3-38 表液晶灌入機台是否在第 t 期生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 的產品，若有生產，則 $\alpha h_{s,l,j,t}$ 值為 1。式 3-39、式 3-40 與式 3-41 表示若有生產，則數量最少需為 1。

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1 + Q \times yp_{j,t} \quad \forall t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-42}$$

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - yp_{j,t}) \quad \forall t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-43}$$

式 3-42 與式 3-43 表示當第 t 期之 j 機台若生產兩種產品別以上時，則 $yp_{j,t}$ 值等於 1。如表 3-5 所示，當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t}$ 值小於等於 1 時， $yp_{j,t}$ 值等於 1，對式 3-42 而言為合理之表達，但對式 3-43 而言卻無法滿足不等式之規範；只有 $yp_{j,t}$ 值等於 0 時，則對式 3-42 與式 3-43 而言皆可滿足不等式之規範。因此，當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t}$ 值小於等於 1 時，則 $yp_{j,t}$ 值等於 0。同理可知，當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t}$ 值大於等於 2 時， $yp_{j,t}$ 值等於 1 均可同時滿足式 3-42 與式 3-43 之限制式， $yp_{j,t}$ 值等於 0 則無法滿足式 3-42 之規範。因此，當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t}$ 值大於等於 2 時，則 $yp_{j,t}$ 值等於 1。此 $yp_{j,t}$ 值將決定式 3-44、式 3-45 與式 3-46 是否須限制 t 期之同一產品在 t 期期初與 $t+1$ 期期初皆具有跨期避免整備之機會。

表 3-5 是否須避免 t 期與 $t+1$ 期皆可避免整備說明表

	式 3-42		式 3-43		$yp_{j,t}$
	若 $yp_{j,t} = 0$	若 $yp_{j,t} = 1$	若 $yp_{j,t} = 0$	若 $yp_{j,t} = 1$	
當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1$	✓	✓	✓	x	則 $yp_{j,t} = 0$
當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2$	x	✓	✓	✓	則 $yp_{j,t} = 1$

✓：表示此式符合規範
x：表示此式不符合規範

➤ 跨期避免期初整備限制式說明

$$\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma p_{p,s,j,t}) \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-44}$$

$$\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1 + yp_{j,t} + Q \times \gamma p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-45}$$

$$\gamma P_{p,s,j,t} + \gamma P_{p,s,j,t+1} \leq 2 - y_{p,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-46}$$

式 3-44、式 3-45 與式 3-46 為跨期避免期初整備之限制式。由式 3-42 與式 3-43 可以得知，當第 t 期之 j 機台生產一種產品別以下時， $y_{p,j,t}$ 值等於 0，則跨期避免期初整備之限制式(式 3-44、式 3-45 與式 3-46)，不需限制同期同一產品別在 t 期期初與 $t+1$ 期期初皆具有跨期避免整備之機會；當第 t 期之 j 機台生產二種產品別以上時， $y_{p,j,t}$ 值等於 1，則跨期避免期初整備之限制式(式 3-44、式 3-45 與式 3-46)，需避免同期同一產品別在 t 期期初與 $t+1$ 期期初皆具有跨期避免整備之機會。因此，本文將分成 $y_{p,j,t}$ 值等於 0 與 $y_{p,j,t}$ 值等於 1 此兩種情境來說明式 3-44、式 3-45 與式 3-46。

(1). 當第 t 期之 j 機台生產一種產品別以下時($y_{p,j,t}$ 值等於 0)

$$\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma p_{p,s,j,t}) \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-44(1)}$$

$$\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1 + Q \times \gamma p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-45(1)}$$

$$\gamma p_{p,s,j,t} + \gamma p_{p,s,j,t+1} \leq 2 \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-46(1)}$$

式 3-44、式 3-45 與式 3-46 在此將被表達為式 3-44 (1)、式 3-45 (1)與式 3-46 (1)。式 3-44(1)與式 3-45(1)表示當第 $t-1$ 期與第 t 期之 j 機台皆生產相同產品別時($\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} = 2$)，則在第 t 期之期初即有跨期避免期初整備之機會($\gamma p_{p,s,j,t}$)。如表 3-6 所示，當 $\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t}$ 值等於 2 時，則 $\gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 1 才符合限制式之規範，當 $\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t}$ 值小於等於 1 時，則 $\gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 0 才符合限制式之規範。式 3-46 (1)表示當第 t 期之 j 機台生產一種產品別時，此產品別可與 $t-1$ 期期末和 $t+1$ 期期初持續生產相同產品別，而在 t 期期初與 $t+1$ 期期初皆具有跨期避免整備之機會($\gamma p_{p,s,j,t} + \gamma p_{p,s,j,t+1} = 2$)。

承上所述，當第 t 期生產一種產品別，且 $t-1$ 與 $t+1$ 期均生產相同產品別時，則在第 t 期期初與第 $t+1$ 期期初皆會具有跨期避免整備之機會。

表 3-6 跨期避免換線表(一)

$yp_{j,t} = 0$ 時	式 3-44 (1)		式 3-45 (1)		$\gamma p_{p,s,j,t}$
	若 $\gamma p_{p,s,j,t} = 0$	若 $\gamma p_{p,s,j,t} = 1$	若 $\gamma p_{p,s,j,t} = 0$	若 $\gamma p_{p,s,j,t} = 1$	
當 $\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1$	✓	x	✓	✓	則 $\gamma p_{p,s,j,t} = 0$
當 $\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} = 2$	✓	✓	x	✓	則 $\gamma p_{p,s,j,t} = 1$

✓：表示此式符合規範

x：表示此式不符合規範

(2). 當第 t 期之 j 機台生產兩種產品別以上時($yp_{j,t}$ 值等於 1)

$$\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma p_{p,s,j,t}) \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-44(2)}$$

$$\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \leq 2 + Q \times \gamma p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-45(2)}$$

$$\gamma p_{p,s,j,t} + \gamma p_{p,s,j,t+1} \leq 1 \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-46(2)}$$

式 3-44、式 3-45 與式 3-46 在此將被表達為式 3-44 (2)、式 3-45 (2) 與式 3-46 (2)。式 3-44 (2) 與式 3-45 (2) 表示當第 $t-1$ 期與第 t 期之 j 機台生產相同產品別時($\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} = 2$)，則在第 t 期之期初也不一定有跨期避免期初換線之機會($\gamma p_{p,s,j,t} = 0$ or 1)。如表 3-7 所示，當 $\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t}$ 值小於等於 1 時，則 $\gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 0；當 $\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t}$ 值等於 2 時，則 $\gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 0 或 1。式 3-46 (2) 表示第 t 期所生產之產品別與 $t-1$ 期期末和 $t+1$ 期期初生產相同產品別而在 t 期與 $t+1$ 期期初機會最多為一 ($\gamma p_{p,s,j,t} + \gamma p_{p,s,j,t+1} \leq 1$)。故當第 t 期期初與第 $t-1$ 期期末接續生產相同產品別時，則 $\gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 1，且 $\gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 0；反之，當第 t 期期末與第 $t+1$ 期期初生產相同產品別時，則 $\gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 0，且 $\gamma p_{p,s,j,t}$ 值為 1。對式 3-44 (2) 與式 3-45 (2) 而言，才可滿足不等式之規範。

承上所述，當第 t 期生產兩種產品別以上，且第 $t-1$ 與第 $t+1$ 期均生產與第 t 期其中一產品別相同時，則在第 t 期期初與第 $t+1$ 期期初最多只可有

一期具有節省整備之機會。

表 3-7 跨期避免換線表(二)

$\gamma p_{j,t} = 1$ 時	式 3-44 (2)		式 3-45 (2)		$\gamma p_{p,s,j,t}$
	若 $\gamma p_{p,s,j,t} = 0$	若 $\gamma p_{p,s,j,t} = 1$	若 $\gamma p_{p,s,j,t} = 0$	若 $\gamma p_{p,s,j,t} = 1$	
當 $\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1$	✓	x	✓	✓	則 $\gamma p_{p,s,j,t} = 0$
當 $\alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} = 2$	✓	✓	✓	✓	則 $\gamma p_{p,s,j,t} = 0 \text{ or } 1$

✓：表示此式符合規範
x：表示此式不符合規範

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t} \leq Q \times \beta p_{j,t}$$

$$\forall t; j=1, \dots, J_p \quad \text{式 3-47}$$

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t} \geq \beta p_{j,t}$$

$$\forall t; j=1, \dots, J_p \quad \text{式 3-48}$$



式 3-47 與式 3-48 表示當第 t 期 j 機台若具有一次跨期可避免期初整備之機會以上時 ($\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t} \geq 1$)，則只有一相同產品別將在 t 期期末與 $t+1$ 期期初生產以避免 $t+1$ 期期初整備 ($\beta p_{j,t} = 1$)，如表 3-8 所示。

表 3-8 跨期避免換線表(三)

	式 3-47		式 3-48		$\beta p_{j,t}$
	若 $\beta p_{j,t} = 0$	若 $\beta p_{j,t} = 1$	若 $\beta p_{j,t} = 0$	若 $\beta p_{j,t} = 1$	
當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t} < 1$	✓	✓	✓	x	則 $\beta p_{j,t} = 0$
當 $\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \gamma p_{p,s,j,t} \geq 1$	x	✓	✓	✓	則 $\beta p_{j,t} = 1$

✓：表示此式符合規範
x：表示此式不符合規範

► 液晶滴入站排程限制式說明

$$\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} \leq 1 + Q \times y o_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-49}$$

$$\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - y o_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-50}$$

式 3-49 與式 3-50 表示液晶滴入站在當期生產兩種以上的產品別時， $y o_{j,t}$ 值為 1。表達概念同配向膜塗佈站的式 3-42 與式 3-43。

$$\alpha o_{l,j,t-1} + \alpha o_{l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma o_{l,j,t}) \quad \forall l, t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-51}$$

$$\alpha o_{l,j,t-1} + \alpha o_{l,j,t} \leq 1 + y o_{j,t} + Q \times \gamma o_{l,j,t} \quad \forall l, t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-52}$$

$$\gamma o_{l,j,t} + \gamma o_{l,j,t+1} \leq 2 - y o_{j,t} \quad \forall l, t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-53}$$

式 3-51 與式 3-52 表示當液晶滴入站在前一期與本期皆生產相同產品時，則具有跨期避免期初整備之機會，其表達概念同配向膜塗佈站的式 3-44 與式 3-45。式 3-53 表示液晶滴入站在當期生產一種產品時，當期期初與下一期期初可能皆具有跨期避免期初整備之機會。當期若生產兩種產品以上時，則當期期初與下一期期初將至多只有其中一期具有跨期避免換線的機會。其概念與配向膜塗佈站的式 3-44 相同。

$$\sum_{l=1}^L \gamma o_{l,j,t} \leq Q \times \beta o_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-54}$$

$$\sum_{l=1}^L \gamma o_{l,j,t} \geq \beta o_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J o \quad \text{式 3-55}$$

式 3-54 與式 3-55 表示液晶滴入站在當期若具有兩次跨期可避免換線之機會以上時，將有一種產品在 $t+1$ 期期初避免整備，其表達概念同瓶頸製程的式 3-47 與式 3-48。

► 批量灌入站排程限制式說明

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} \leq 1 + Q \times y h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, J h \quad \text{式 3-56}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - y h_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-57}$$

$$\alpha h_{s,l,j,t-1} + \alpha h_{s,l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma h_{s,l,j,t}) \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-58}$$

$$\alpha h_{s,l,j,t-1} + \alpha h_{s,l,j,t} \leq 1 + y h_{j,t} + Q \times \gamma h_{s,l,j,t} \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-59}$$

$$\gamma h_{s,l,j,t} + \gamma h_{s,l,j,t+1} \leq 2 - y h_{j,t} \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-60}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \gamma h_{s,l,j,t} \leq Q \times \beta h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-61}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \gamma h_{s,l,j,t} \geq \beta h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-62}$$

式 3-56 至式 3-62 為液晶灌入站之跨期避免換線限制式，其表達概念同瓶頸配向膜塗佈站的式 3-42 至式 3-48。

3.3.3 修正次瓶頸工作站之排程

透過 3.3.2.3 節之「重點工作站排程求解模式」可求解出重點工作站之排程結果。由式 3-44(2)、式 3-45(2)與式 3-46(2)可得知，在跨期避免整備之安排上，當期若生產兩項產品別以上之情境時，則第 t 期與第 $t+1$ 期即使生產相同的產品別 ($\alpha p_{p,s,j,t} = \alpha p_{p,s,j,t+1} = 1$)，第 $t+1$ 期不一定會產生跨期避免整備機會 ($\gamma p_{p,s,j,t} = 0 \text{ or } 1$)。吾人於式 3-26 得知，模式目標式為最小化瓶頸配向膜塗佈站之整備次數，故配向膜塗佈站之排程在 t 期與 $t+1$ 期若有生產相同的產品別，將會盡量產生跨期避免整備機會以節省整備次數。相較於瓶頸配向膜塗佈站，次瓶頸液晶灌入站與液晶滴入站不為目標式所考量，因此，求解後之排程將可能發生第 t 期與第 $t+1$ 期生產相同產品別，但卻不具有跨期避免整備之機會。

本節將修正次瓶頸工作站於第 t 期生產兩項產品別以上時，跨期不一定會產生避免整備機會之排程，其可能產生之情境為以下：

➤ 第 t 期與第 $t+1$ 期生產相同產品別、第 $t+2$ 期生產不同產品別

當液晶灌入站第一期與第二期皆生產產品尺寸 2(s_2)且液晶種類 3(l_3)的產品別時 ($\alpha h_{2,3,1,1} = \alpha h_{2,3,1,2} = 1$)，且第二期生產兩項產品別以上。吾人根據

3.3.2.3 「重點工作站排程求解模式」，代入式 3-58、式 3-59 與式 3-60，將可求得：

$$\alpha h_{2,3,1,1} + \alpha h_{2,3,1,2} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma h_{2,3,1,2}) = 2 \geq 2 - Q \times (1 - \gamma h_{2,3,1,2}) \quad \text{式 3-64}$$

$$\alpha h_{2,3,1,1} + \alpha h_{2,3,1,2} \leq 1 + \gamma h_{1,1} + Q \times \gamma h_{2,3,1,2} = 2 \leq 2 + Q \times \gamma h_{2,3,1,2} \quad \text{式 3-65}$$

$$\gamma h_{2,3,1,2} + \gamma h_{2,3,1,3} \leq 2 - \gamma h_{1,1} = \gamma h_{2,3,1,2} + \gamma h_{2,3,1,3} \leq 1 \quad \text{式 3-66}$$

吾人根據式 3-64 與式 3-65 可得知第二期不一定產生免整備之機會 ($\gamma h_{2,3,1,2} = 0$ or 1)。根據式 3-66 可知第二期與第三期將最多僅產生一次跨期免整備機會 ($\gamma h_{2,3,1,2} + \gamma h_{2,3,1,3} \leq 1$)。吾人假設第三期無法產生跨期免整備機會 ($\gamma h_{2,3,1,3} = 0$)，即產生兩種排程情境，如圖 3-13(a)與圖 3-13(b)所示。圖 3-13 為第二期無產生免整備機會 ($\gamma h_{2,3,1,2} = 0$) 之情境，使得液晶灌入機台於第二期浪費掉一次的整備產能。圖 3-13(b)為第二期產生免整備機會 ($\gamma h_{2,3,1,2} = 1$) 之情境，使得液晶灌入機台於第二期期初不須額外之整備。因此，吾人須將圖 3-13(a)之情境修改為圖 3-13(b)之情境才可避免多餘的整備發生。

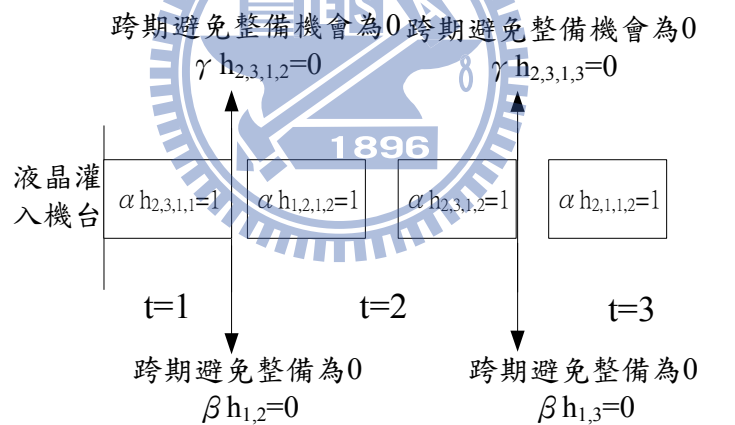


圖 3-13(a)液晶灌入站排程圖(一)

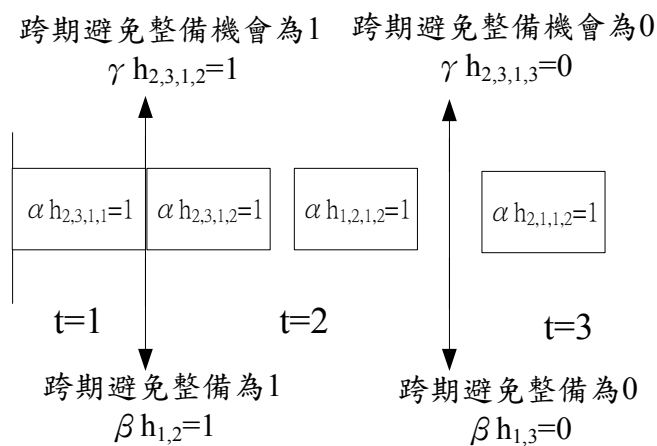


圖 3-13(b)液晶灌入站排程圖(二)

承上所述，吾人將設計一「修正次瓶頸排程模式」，根據 3.3.2.3「重點工作站排程求解模式」所求得之次瓶頸工作站各期生產產品別，以次瓶頸工作站跨期免整備最大化為目標式，修正圖 3-13(a)次瓶頸工作站跨期無產生免整備機會之情境。

3.3.3.1 符號設計說明

➤ 參數：

$ash_{s,l,j,t}$ ：已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，液晶灌入機台 j 是否生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產品，若是，則為 1；反之為 0

$aso_{l,j,t}$ ：已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，液晶滴入站機台 j 是否生產液晶種類 l ，若是，則為 1；反之為 0

3.3.3.2 修正次瓶頸排程模式

➤ 目標函數：

$$Max \sum_{j=1}^{Jh} \sum_{t=1}^T \beta h_{s,l,j,t} + \sum_{j=1}^{Jo} \sum_{t=1}^T \beta o_{l,j,t} \quad \text{式 3-67}$$

➤ 液晶灌入站跨期免整備機會限制式：

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L ash_{s,l,j,t} \leq 1 + Q \times y h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-68}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L ash_{s,l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - y h_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-69}$$

$$ash_{s,l,j,t-1} + ash_{s,l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma h_{s,l,j,t}) \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-70}$$

$$ash_{s,l,j,t-1} + ash_{s,l,j,t} \leq 1 + y h_{j,t} + Q \times \gamma h_{s,l,j,t} \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-71}$$

$$\gamma h_{s,l,j,t} + \gamma h_{s,l,j,t+1} \leq 2 - y h_{j,t} \quad \forall s, l, t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-72}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \gamma h_{s,l,j,t} \leq Q \times \beta h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-73}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \gamma h_{s,l,j,t} \geq \beta h_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-74}$$

➤ 液晶滴入站跨期免整備機會限制式：

$$\sum_{l=1}^L aso_{l,j,t} \leq 1 + Q \times yo_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-75}$$

$$\sum_{l=1}^L aso_{l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - yo_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-76}$$

$$aso_{l,j,t-1} + aso_{l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - \gamma o_{l,j,t}) \quad \forall l, t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-77}$$

$$aso_{l,j,t-1} + aso_{l,j,t} \leq 1 + yo_{j,t} + Q \times \gamma o_{l,j,t} \quad \forall l, t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-78}$$

$$\gamma o_{l,j,t} + \gamma o_{l,j,t+1} \leq 2 - yo_{j,t} \quad \forall l, t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-79}$$

$$\sum_{l=1}^L \gamma o_{l,j,t} \leq Q \times \beta o_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-80}$$

$$\sum_{l=1}^L \gamma o_{l,j,t} \geq \beta o_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-81}$$

式 3-67 為液晶灌入站與液晶滴入站機台跨期免整備之總數最大化。式 3-68 至式 3-74 為液晶灌入站跨期免整備之限制式，其設計概念同 3.3.2.3 「重點工作站排程求解模式」式 3-56 至式 3-62。式 3-75 至式 3-85 為液晶滴入站跨期免整備之限制式，其設計概念同 3.3.2.3 「重點工作站排程求解模式」式 3-49 至式 3-55。不同之處在於變數中的是否生產該項產品別變數 $(\alpha h_{s,l,j,t}, \alpha o_{l,j,t})$ 改為已知參數中的是否生產該項產品別參數 $(\alpha sh_{s,l,j,t}, \alpha so_{l,j,t})$ 。執行修正次瓶頸排程模式後，即可求算出修正後跨期是否避免整備機會之變數 $(\gamma h_{s,l,j,t}, \gamma o_{l,j,t})$ 與跨期是否免整備之變數 $(\beta h_{j,t}, \beta o_{j,t})$ ，以檢視次瓶頸工作站是否可節省整備所耗之產能。

3.4 可允諾機制

本文在「3.4 可允諾機制」將於「3.4.1 訂單允諾模組」針對預測式訂單與實際訂單做沖銷，並檢視可用資源以滿足未能滿足之實際訂單。且在「3.4.2 重排程模組」在訂單需求皆能滿足之前提下，以最小化各瓶頸機台與瓶頸工作站利用率之差異來進行重排程。

3.4.1 訂單允諾模組

主生產排程階段中，將規劃出接單式產品與預測式產品之排程。接單式產品係接收到顧客訂單的資訊時，才進行規劃生產。預測式產品係預測未來可能接到的訂單，以規劃生產，本文將預測式產品定義為可允諾量(ATP)。當實際訂單或是緊急訂單來臨時，吾人須針對已規劃排程中屬預測式產品之產量與實際訂單之需求量進行沖銷，以更新可允諾量。當 ATP 可以滿足甚至大於實際訂單的需求時，則更新沖銷後之 ATP，此 ATP 可供應往後之訂單需求；當 ATP 無法滿足實際訂單的需求時，即須進行產能允諾規劃，以檢視可允諾產能(CTP)；CTP 為預留的產能以及主生產排程階段中求得之各重點工作站剩餘可用產能。產能允諾規劃中，吾人利用可允諾產能排入新增的產量以滿足未滿足訂單之需求。新增的產量及排程將會影響到次瓶頸的排程，因此，亦必須留意次瓶頸的產能利用程度，避免次瓶頸之產能無法負荷新增的實際訂單需求。

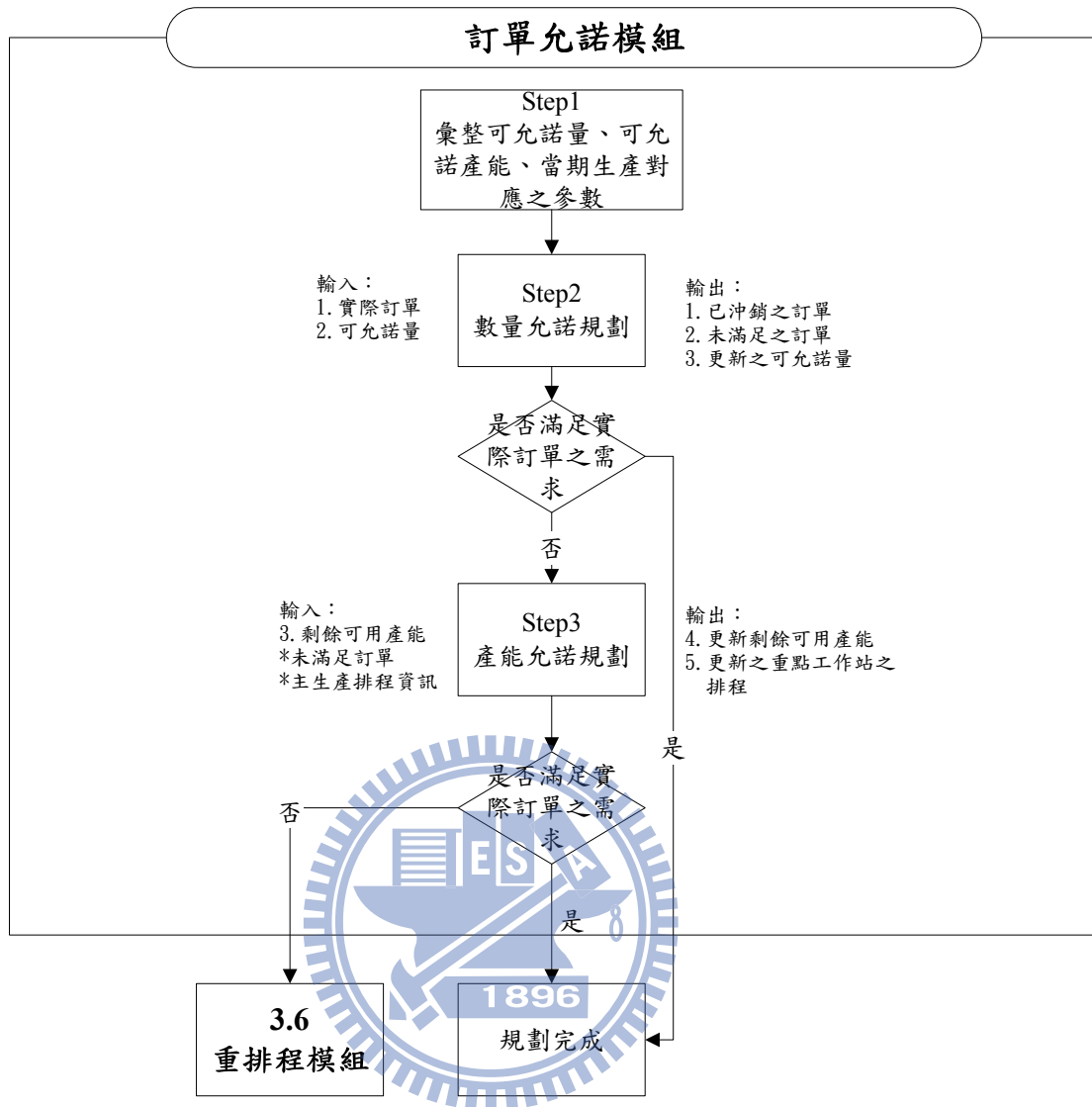


圖 3- 14 訂單允諾模組流程圖

圖 3- 14 為訂單允諾模組之流程圖。在 Step3 的產能允諾規劃中，若 CTP 亦無法滿足實際訂單之需求時，則必須進行重排程規劃，修改已規劃訂單之排程使得實際訂單之需求可被滿足，吾人將在 3.4.2 節重排程階段詳述。

3.4.1.1 符號設計說明

➤ 參數：

$as_{p,s,j,t}$ ：已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈機台 j 是否生產製程種類 p 且產品尺寸 s 產品，若是，則為 1；反之為 0

$atp_{s,l,t}$ ：第 t 個規劃交期內，非指定製程尺寸 s 且液晶種類 l 之可允諾量

- $bh_{j,t}$: 液晶灌入站機台 j 在第 t 個規劃交期內是否節省整備
- $bo_{j,t}$: 液晶滴入站機台 j 在第 t 個規劃交期內是否節省整備
- $bp_{j,t}$: 配向膜塗佈站機台 j 在第 t 個規劃交期內是否節省整備
- $ctp_{j,t}$: 已規劃排程中之第 t 個規劃交期內，重點工作站機台 j 之可允諾產能
- $patp_{p,s,l,t}$: 第 t 個規劃交期內，製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 沖銷指定製程後之可允諾量

3.4.1.2 訂單允諾模組

► 承接重點工作站規劃機制之參數說明：

- $as_{p,s,j,t}$: 為重點工作站規劃機制後，配向膜塗佈機台 j 是否生產製程種類 p 且產品尺寸 s 產品變數 ($\alpha p_{p,s,j,t}$) 轉換之已知參數
- $ctp_{j,t}$: 為重點工作站規劃機制後，重點工作站機台 j 剩餘可用產能變數 ($L_{j,t}$) 轉換之已知參數
- $bh_{j,t}$: 為重點工作站規劃機制後，液晶灌入站機台 j 是否節省整備變數 ($\beta h_{j,t}$) 轉換之已知參數
- $bo_{j,t}$: 為重點工作站規劃機制後，液晶滴入站機台 j 否節省整備變數 ($\beta o_{j,t}$) 轉換之已知參數
- $bp_{j,t}$: 為重點工作站規劃機制後，配向膜塗佈站機台 j 是否節省整備變數 ($\beta p_{j,t}$) 轉換之已知參數

Step1：彙整可允諾量、可允諾產能、當期生產對應之參數

本步驟將彙整可允諾量、可允諾產能與當期生產對應之參數以進行數量允諾規劃與產能允諾規劃。可允諾量為預測式產品之需求、可允諾產能為重點工作站規劃機制所求之剩餘可用產能、當期生產對應之參數即為重點工作站規劃機制所求之當期是否生產該產品別之變數。

Step2：數量允諾規劃

本步驟將進行可允諾量與實際訂單之沖銷。吾人在 ATP 與實際訂單之沖銷上，將先針對指定製程的訂單進行沖銷。若沖銷後之 ATP 為正值，即表示 ATP 可滿足實際指定製程訂單之需求，再進行非指定製程訂單的沖銷；若沖銷後之 ATP 為負值，表示無法滿足實際非指定製程訂單之需求，須進入 Step3 之產能允諾規劃生產，以滿足之。

$$patp_{p,s,l,t} = patp_{p,s,l,t} - dp_{p,s,l,t} \quad \forall p,s,l,t \quad \text{式 3-82}$$

$$atp_{s,l,t} = atp_{s,l,t} - d_{s,l,t} \quad \forall s,l,t \quad \text{式 3-83}$$

式 3-82 表示沖銷指定製程後之可允諾量為原有可允諾量扣除實際訂單中指定製程之訂單需求。式 3-83 表示非指定製程產品之可允諾量為原有可允諾量扣除實際訂單中非指定製程之訂單需求。

若沖銷後之可允諾量($patp_{p,s,l,t}$ or $atp_{s,l,t}$)為正值時，表示可允諾量可滿足實際訂單之需求。若沖銷後之可允諾量($patp_{p,s,l,t}$ or $atp_{s,l,t}$)為負值時，表示可允諾量無法滿足實際訂單之需求，亦為負值之可允諾量，此時必須透過產能允諾規劃，透過增加產量以滿足未滿足之訂單。

Step3：產能允諾規劃

產能允諾規劃將針對數量允諾規劃中未滿足之訂單進行規劃。吾人將透過「新增產量模式」考量在原有已規劃排程中，以最大化剩餘可允諾產能為目的，利用剩餘可用產能規劃出的產量，以滿足未滿足之訂單。

➤ 新增產量模式

➤ 目標式：

$$\text{Min} \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^{J_p} \sum_{t=1}^T \left[(1 - as_{p,s,j,t}) \times (1 + bp_{j,t} \times bp_{j,t+1} \times (1 - yp_{j,t})) \times \alpha p_{p,s,j,t} \right] \quad \text{式 3-84}$$

➤ 產能限制式：

$$L_{j,t} + \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L (ppt_{p,s,l} \times \sum_{d=1}^t P_{p,s,l,j,d,t}) +$$

$$st_k \times \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \left[(1 - as_{p,s,j,t}) \times (1 + bp_{j,t} \times bp_{j,t+1} \times (1 - yp_{j,t})) \times \alpha p_{p,s,j,t} \right] = ctp_{j,t}$$

$\forall t; k = 2;$
 $j = 1, \dots, Jp$ 式 3-85

$$L_{j,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times V_{s,l,j,t} +$$

$$st_k \times \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \left[(1 - ash_{s,l,j,t}) \times (1 + bh_{j,t} \times bh_{j,t+1} \times (1 - yh_{j,t})) \times \alpha h_{s,l,j,t} \right] = ctp_{j,t}$$

$\forall t; k = 10;$
 $j = 1, \dots, Jh$ 式 3-86

$$L_{j,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times O_{s,l,j,t} +$$

$$st_k \times \sum_{l=1}^L \left[(1 - aso_{l,j,t}) \times (1 + bo_{j,t} \times bo_{j,t+1} \times (1 - yo_{j,t})) \times \alpha o_{l,j,t} \right] = ctp_{j,t}$$

$\forall t; k = 4;$
 $j = 1, \dots, Jo$ 式 3-87

➤ 需求限制式：

$$\sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t'=1}^t P_{p,s,l,j,d,t'} = patp_{p,s,l,t} + U_{p,s,l,t}$$

$\forall p, s, l, t; d = t$ 式 3-88

$$\sum_{p=1}^2 U_{p,s,l,t} = atp_{s,l,t}$$

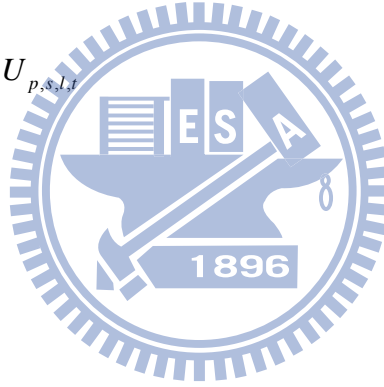
$\forall s, l, t$ 式 3-89

$$\sum_{j=1}^{Jh} H_{s,l,j,t} = \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{d=t}^T P_{1,s,l,j,d,t}$$

$\forall s, l, t$ 式 3-90

$$\sum_{j=1}^{Jo} O_{s,l,j,t} = \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{d=t}^T P_{2,s,l,j,d,t}$$

$\forall s, l, t$ 式 3-91



➤ 生產限制式：

$$\sum_{l=1}^L \sum_{d=1}^t P_{p,s,l,j,d,t} \leq Q \times \alpha p_{p,s,j,t}$$

$\forall p, s, t; j = 1, \dots, Jp$ 式 3-92

$$H_{s,l,j,t} \leq Q \times \alpha h_{s,l,j,t}$$

$\forall s, l, t; j = 1, \dots, Jh$ 式 3-93

$$\sum_{s=1}^S O_{s,l,j,t} \leq Q \times \alpha o_{l,j,t}$$

$\forall l, t; j = 1, \dots, Jo$ 式 3-94

$$b_k \times V_{s,l,j,t} \geq H_{s,l,j,t}$$

$\forall s, l, t; k = 10; j = 1, \dots, Jh$ 式 3-95

$$H_{s,l,j,t} > b_k \times (V_{s,l,j,t} - 1)$$

$\forall s, l, t; k = 10; j = 1, \dots, Jh$ 式 3-96

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1 + Q \times yp_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jp \quad \text{式 3-97}$$

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - yp_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, Jp \quad \text{式 3-98}$$

$$\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} \leq 1 + Q \times yo_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-99}$$

$$\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - yo_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, Jo \quad \text{式 3-100}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} \leq 1 + Q \times yh_{j,t} \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-101}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - yh_{j,t}) \quad \forall t; j=1, \dots, Jh \quad \text{式 3-102}$$

► 值域限制式：

$$CTP_{j,t}, P_{p,s,l,j,d,t}, H_{s,l,j,t}, O_{s,l,j,t}, V_{s,l,j,t} \geq 0$$

$$\alpha p_{p,s,j,t}, \alpha h_{s,l,j,t}, \alpha o_{l,j,t}, yh_{j,t}, yo_{j,t}, yp_{j,t} \in \{0,1\}$$

式 3-103

► 目標式說明：

$$Min \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t=1}^T [(1 - as_{p,s,j,t}) \times (1 + bp_{j,t} \times bp_{j,t+1} \times (1 - yp_{j,t})) \times \alpha p_{p,s,j,t}] \quad \text{式 3-84}$$

式 3-84 表目標式為最小化瓶頸工作站配向膜塗佈之整備次數。

► 產能限制式說明：

$$L_{j,t} + \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L (ppt_{p,s,l} \times \sum_{d=1}^t P_{p,s,l,j,d,t}) +$$

$$st_k \times \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S [(1 - as_{p,s,j,t}) \times (1 + bp_{j,t} \times bp_{j,t+1} \times (1 - yp_{j,t})) \times \alpha p_{p,s,j,t}] = ctp_{j,t}$$

$\forall t; k=2;$
 $j=1, \dots, Jp$ 式 3-85

$$L_{j,t} + \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L pt_{s,l,k} \times V_{s,l,j,t} +$$

$$st_k \times \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L [(1 - ash_{s,l,j,t}) \times (1 + bh_{j,t} \times bh_{j,t+1} \times (1 - yh_{j,t})) \times \alpha h_{s,l,j,t}] = ctp_{j,t}$$

$\forall t; k=10;$
 $j=1, \dots, Jh$ 式 3-86

$$L_{j,t} + pt_{s,l,k} \times \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L O_{s,l,j,t} + \quad \forall t; k = 4; \quad \text{式 3-87}$$

$$st_k \times \sum_{l=1}^L \left[(1 - aso_{l,j,t}) \times (1 + bo_{j,t} \times bo_{j,t+1} \times (1 - yo_{j,t})) \times \alpha o_{l,j,t} \right] = ctp_{j,t} \quad j = 1, \dots, Jo$$

式 3-85、式 3-86 與式 3-87 表示瓶頸工作站與次瓶頸工作站其所須加工產能、整備所耗的產能與剩餘可用產能之加總必須等於可允諾產能。式 3-85 中， $\alpha p_{p,s,j,t} \times (1 - as_{p,s,j,t})$ 表示當新增之產量與同期已規劃的產品相同時 ($\alpha p_{i,s,j,t} = as_{i,s,j,t} = 1$)，則新增之產量不會增加換線之次數。 $1 + bp_{j,t} \times bp_{j,t+1} \times (1 - y_{j,t})$ 表示當新增之產量導致換線次數的增加時，則於重點工作站規劃之當期與下一期若皆節省整備，則新增一項產品別將導致換線次數增加為 2 次，其餘情況皆為 1 次。式 3-86 與式 3-87 亦同。

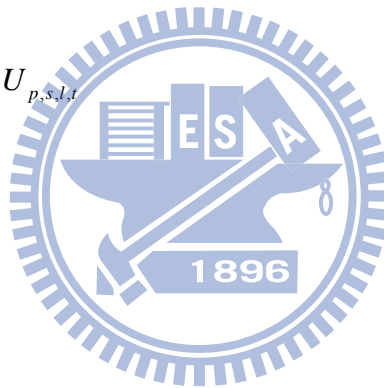
► 需求限制式說明：

$$\sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t'=1}^t P_{p,s,l,j,d,t'} = patp_{p,s,l,t} + U_{p,s,l,t} \quad \forall p, s, l, t; d = t \quad \text{式 3-88}$$

$$\sum_{p=1}^2 U_{p,s,l,t} = atp_{s,l,t} \quad \forall s, l, t \quad \text{式 3-89}$$

$$\sum_{j=1}^{Jh} H_{s,l,j,t} = \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{d=t}^T P_{1,s,l,j,d,t} \quad \forall s, l, t \quad \text{式 3-90}$$

$$\sum_{j=1}^{Jo} O_{s,l,j,t} = \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{d=t}^T P_{2,s,l,j,d,t} \quad \forall s, l, t \quad \text{式 3-91}$$



式 3-88 表示瓶頸配向膜塗佈機台於第 1 期至第 t 期間，總共配置於第 d 期($d=t$)加工 HPS 或 ODF 製程的投料量須等於第 t 期未滿足的指定 HPS 或 ODF 製程的訂單需求量與未滿足的非指定製程訂單的配置量加總，亦為負的可允諾量。式 3-89 表示瓶頸配向膜塗佈機台加工的投料量須等於指定製程與非指定製程訂單之需求量加總。

式 3-90 與式 3-91 表示液晶灌入站與液晶滴入站加工之投料量必須滿足瓶頸配向膜塗佈站之產出量。

► 生產限制式說明：

$$\sum_{l=1}^L \sum_{d=1}^t P_{p,s,l,j,d,t} \leq Q \times \alpha p_{p,s,j,t} \quad \forall p,s,t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-92}$$

$$H_{s,l,j,t} \leq Q \times \alpha h_{s,l,j,t} \quad \forall s,l,t; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-93}$$

$$\sum_{s=1}^S O_{s,l,j,t} \leq Q \times \alpha o_{l,j,t} \quad \forall l,t; j=1,\dots,Jo \quad \text{式 3-94}$$

式 3-92 表示配向膜塗佈機台是否在第 t 期生產製程種類 p 且產品尺寸 s 的產品，若有生產，則 $\alpha p_{p,s,j,t}$ 值為 1。式 3-93 表液晶灌入機台是否在第 t 期生產產品尺寸 s 且液晶種類 l 的產品，若有生產，則 $\alpha h_{s,l,j,t}$ 值為 1。式 3-94 表液晶滴入機台是否在第 t 期生產液晶種類 l 的產品，若有生產，則 $\alpha o_{l,j,t}$ 值為 1。

$$b_k \times V_{s,l,j,t} \geq H_{s,l,j,t} \quad \forall s,l,t; k=10; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-95}$$

$$H_{s,l,j,t} > b_k \times (V_{s,l,j,t} - 1) \quad \forall s,l,t; k=10; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-96}$$

式 3-95 與式 3-96 同式 3-34 與式 3-35 表示根據液晶灌入站加工之產量，以計算出第 t 期之 n 機台加工產品尺寸 s 且液晶種類 l 的產品所需之批次數 ($V_{s,l,j,t}$)。當加工批量未達滿批上限時亦須算成一批來加工。

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \leq 1 + Q \times yp_{j,t} \quad \forall t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-97}$$

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - yp_{j,t}) \quad \forall t; j=1,\dots,Jp \quad \text{式 3-98}$$

$$\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} \leq 1 + Q \times yo_{j,t} \quad \forall t; j=1,\dots,Jo \quad \text{式 3-99}$$

$$\sum_{l=1}^L \alpha o_{l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - yo_{j,t}) \quad \forall t; j=1,\dots,Jo \quad \text{式 3-100}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} \leq 1 + Q \times yh_{j,t} \quad \forall t; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-101}$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \alpha h_{s,l,j,t} \geq 2 - Q \times (1 - yh_{j,t}) \quad \forall t; j=1,\dots,Jh \quad \text{式 3-102}$$

式 3-97 至式 3-102 為重點工作站當期生產兩項產品別以上時， $yp_{j,t}$ 、 $yo_{j,t}$ 值或 $yh_{j,t}$ 為 1，其概念同式 3-42 與式 3-43、式 3-49 與式 3-50 和式 3-56 與式 3-57。當產能允諾規劃之數學模式所求出的亦無法滿足未滿足之訂單

需求時，則必須透過重排程規劃新的排程以滿足實際訂單。

3.4.2 重排程模組

訂單允諾模組中，由於未滿足訂單係已規劃訂單中預測式產品無法滿足實際訂單的部分，因此必須透過 CTP 來檢視是否有多餘的產能可滿足未滿足之訂單。而實際訂單無法滿足之原因為預測式訂單之不準確與預留產能之不足，由於預測之訂單無法準確預測實際來臨之訂單，可能因為預測偏差而使得生產過多其他種類的產品，導致產能過多的浪費。使得在訂單允諾模組中，ATP 與 CTP 均無法滿足實際訂單之需求。因此，本節在更改原有之主生產排程上，將以預測式產品之產量，亦為可允諾量之更改為主。

承上所述，由於主生產排程已排定，過大的更改可能會造成現場生產之混亂，故本文將凍結 3.4 節主生產排程模組中已接訂單之排程，以維持近期現場生產之穩定。而針對未凍結之主生產排程即為預測式生產之排程與剩餘可用產能做更改，並計算已接訂單排程下之可允諾產能以重新針對實際訂單進行生產排程。吾人以更改排程後之機台利用率與更改排程前該工作站之平均利用率差異最小化為重排程機制之目標式，避免更改後之排程，其機台利用率差異更改過大而導致現場生產之混亂。本文重排程規劃步驟之流程圖如圖 3-15 所示，吾人將針對每一步驟詳細描述。

3.4.2.1 符號設計說明

▶ 參數：

au : 配向膜塗佈站之平均利用率

▶ 變數：

$U_{j,t}^+$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈站 j 機台其平均利用率之正差異

$U_{j,t}^-$: 第 t 個規劃交期內，配向膜塗佈站 j 機台其平均利用率之負差異

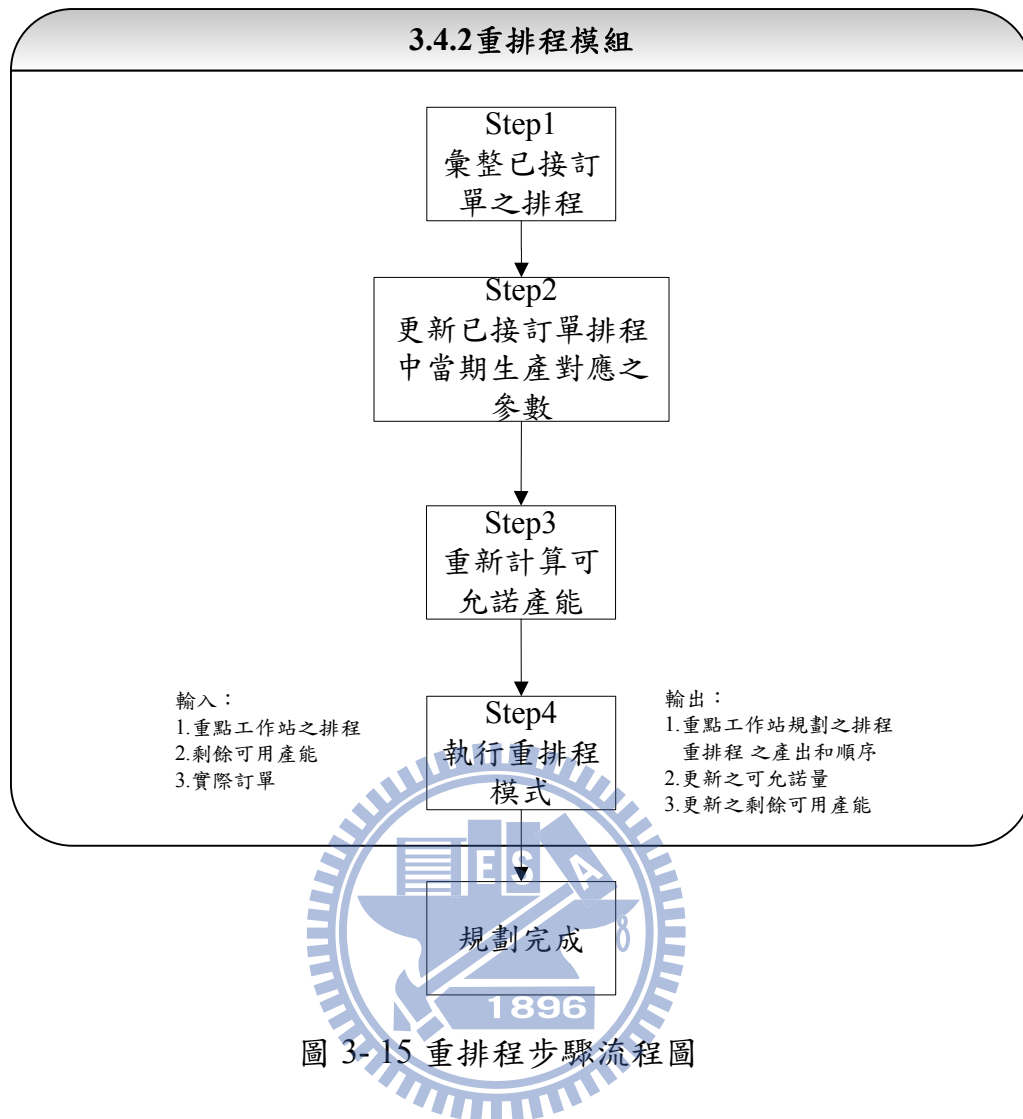


圖 3-15 重排程步驟流程圖

3.4.2.2 重排程模組步驟說明

Step1 彙整已接訂單之排程

本步驟針對 3.3.2.3 節「重點工作站排程求解模式」求解出之排程進行修改，吾人將求解出之排程扣除預測式產品之排程，即可彙整出已接訂單之排程。

Step2 更新已接訂單之排程中當期生產對應之參數

由於預測式產品之排程可能影響原有排程之整備次數，因此本步驟針對 3.3.2.3 節「重點工作站排程求解模式」中重點工作站的生產該項產品別之變數($\alpha_{p,s,j,t}$)，更新成已接訂單排程中生產該項產品別之參數($as_{p,s,j,t}$)，以在執行重排程模式時，吾人可知增加產品是否會造成整備次數的增加。

Step3 重新計算可允諾產能

本步驟將重新計算可允諾產能($ctp_{j,t}$)，如式 3-104 所示，更新後之可允諾產能為可用產能扣除已接訂單排程之加工產能與整備產能之加總。

$$ctp_{j,t} = cap_{j,t} - \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L (ppt_{p,s,l} \times \sum_{d=1}^t P_{p,s,l,j,d,t}) + st_2 \times \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S (as_{p,s,j,t} - bp_{j,t}) \quad \forall j, t; k = 2 \quad \text{式 3-104}$$

Step4 執行重排程模式

本步驟將針對更新後之可允諾產能進行重排程模式。重排程模式之限制式與 3.4.1.2 節中之新增產量模式相同。不同之處在於重排程模式中，若更改太多之排程將導致現場生產之混亂，必須維持更改排程後之機台利用率，因此吾人將修改 3.4.1.2 節中新增產量模式之目標式為最小化利用率差異，如式 3-105 所示：

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t=1}^T (U_{j,t}^+ + U_{j,t}^-) \quad \text{式 3-105}$$

並須加入一限制式以計算更改排程後每台機台利用率與更改排程前之工作站平均利用率之差異，如式 3-106 所示：

$$U_{j,t}^+ - U_{j,t}^- = \frac{cap_{j,t} - L_{j,t}}{cap_{j,t}} - au \quad \forall t; j = 1, \dots, Jp \quad \text{式 3-106}$$

排程前之工作站平均利用率計算方式如式 3-107 所示，為各期各機台利用率相加除以機台與規劃週期相乘之總數。

$$au = \frac{\sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t=1}^T (\frac{cap_{j,t} - L_{j,t}}{cap_{j,t}})}{Jp \times T} \quad \text{式 3-107}$$

第四章、成效分析

本章節將針對第三章所建構之模式，以一實際案例進行規劃，並透過 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體確認模式中各個數學規劃模式的正確性。再以 eM-Plant 7.0 建構一組立廠系統以模擬真實生產情境來佐證本模式之可行性。本章節之成效分析可分為：

1. 系統環境說明：描述基本生產環境資料與各項規劃假設；
2. 主生產排程系統之執行過程與規劃結果
3. 可允諾機制之執行過程與規劃結果
4. 系統模擬之執行過程與規劃結果
5. 成效分析

4.1 系統環境說明

系統環境說明將分為生產環境說明與主生產排程系統和可允諾機制規畫假設。

4.1.1 生產環境說明

本文之生產環境資訊包含產品資訊、訂單需求資訊與製程資訊。

1. 產品資訊

本文將針對筆記型電腦此中小型產品之環境進行規劃，在產品尺寸上可分為三種尺寸大小(10.4 吋、13.3 吋與 15.4 吋)，而根據液晶種類的等級可分為三種解析度(一般解析度、中高解析度與高解析度)。各產品其利潤如表 4-1 所示：

表 4-1 各產品之利潤表

單位：元

HPS	10.4 吋	13.3 吋	15.4 吋	ODF	10.4 吋	13.3 吋	15.4 吋
一般	650	700	750	一般	600	680	760
中高	680	730	780	中高	645	725	805
高	710	760	810	高	690	770	850

由表 4- 1 可得知對於小尺寸產品，10.4 吋與 13.3 吋的液晶面板之利潤，HPS 製程較高，在 15.4 吋的產品則為 ODF 製程的利潤較高。根據各產品之利潤大小，即可於產能估算機制中，估算如何配置非指定與指定製程的訂單需求，使得利潤最大。

2. 訂單需求資訊

本文探討接單式與預測式的生產環境，因此訂單需求將包含接單式產品與預測式產品，其訂單資訊包含：(1)已接訂單之產品資訊；(2)預測需求之訂單資訊；(3)實際訂單資訊，實際訂單將在主生產排程系統執行之後來到。在訂單可選擇情境下，訂單類型包含：(1)指定 HPS 製程訂單；(2)指定 ODF 製程訂單；(3)非指定製程訂單。

(1) 指定 HPS 製程已接單資訊

表 4-2 指定 HPS 製程接單式產品需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10		300				260		250	300
2	16			300		200		200		
3	20		200				250		230	260
4	24			250	250					
5	28						250			

(2) 指定 ODF 製程已接單資訊

表 4-3 指定 ODF 製程接單式產品需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10	300		300					250	
2	16					232				400
3	20				250				250	
4	24									
5	28		200			200				

(3) 非指定製程已接單資訊

表 4-4 非指定製程接單式產品需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10					300				
2	16		250							
3	20			250						
4	24								250	
5	28			250						250

(4) 指定 HPS 製程之預測需求

表 4-5 指定 HPS 製程預測式產品需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10	250								
2	16				300				250	
3	20									
4	24						280			
5	28	250								

(5) 指定 ODF 製程之預測需求

表 4-6 指定 ODF 製程預測式產品需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10									
2	16			200						
3	20	250								
4	24							250		
5	28									250

(6) 非指定製程之預測需求

表 4-7 非指定製程預測式產品需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10									
2	16						200			
3	20									
4	24		250		250					
5	28	250								

(7) 指定 HPS 製程實際訂單資訊

表 4-8 指定 HPS 製程實際訂單需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10	250								
2	16				300				250	
3	20									
4	24						280			
5	28	280					250			

(8) 指定 ODF 製程實際訂單資訊

表 4-9 指定 ODF 製程實際訂單需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10									
2	16			200						
3	20	250								
4	24						100	250		
5	28									150

(9) 非指定製程實際訂單資訊

表 4-10 非指定製程實際訂單需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10									
2	16						250			
3	20									
4	24		300		200					
5	28	250								

3. 製程資訊

組立廠的生產系統中，共有 15 個工作站($k=1,2,3,\dots,15$)，其中包含序列工作站與批量工作站($k=7,8,\dots,11$)，各個批量加工站之加工批量均不完全相同，其每一批加工需相同產品才可集批加工，不滿批亦可為一批加工。

(1) 工作站機台數、加工批量、整備時間與整備考量

表 4-11 工作站製程資訊表

工作站編號(k)	工作站名稱	機台數	加工批量	整備時間(秒)	產品維度		
					製程種類(p)	產品尺寸(s)	液晶種類(l)
1	洗淨	12	1	600		+	
2	配向膜塗佈	10	1	9000	+	+	
3	配向處理	13	1	600		+	
4	液晶滴入	5	1	3600			+
5	框膠塗佈	6	1	600		+	
6	ODF 基板組合	3	1	1800	物料已組合	+	
7	HPS 基板組合	3	1	600		+	
8	烘乾	9	12	600		+	+
9	真空回火	8	15	600		+	+
10	液晶灌入	9	6	600		+	+
11	封口	3	2	480		+	+
12	烘烤	6	1	120		+	
13	切割	10	1	120		+	
14	偏光片貼附	4	1	120		+	
15	檢查	10	1	120		+	

註：+表示接續生產不同的產品維度需要換線

(2) 工作站加工時間

表 4-12 各工作站加工時間表

單位:秒

編號 (k)	工作站名稱	10.4吋 一般	10.4吋 中高	10.4吋 高	13.3吋 一般	13.3吋 中高	13.3吋 高	15.4吋 一般	15.4吋 中高	15.4吋 高
1	洗淨	660	660	660	660	660	660	660	660	660
2	配向膜塗佈	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008	1008
3	配向處理	900	900	900	900	900	900	900	900	900
4	液晶滴入	1400	1400	1400	1500	1500	1500	1600	1600	1600
5	框膠塗佈	1200	1200	1200	1300	1300	1300	1400	1400	1400
6	ODF 基板組合	600	600	600	600	600	600	600	600	600
7	HPS 基板組合	300	300	300	300	300	300	300	300	300
8	烘乾	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
9	真空回火	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500
10	液晶灌入	13300	13300	13300	13500	13500	13500	13700	13700	13700
11	封口	300	300	300	300	300	300	300	300	300
12	烘烤	700	700	700	700	700	700	700	700	700
13	切割	900	900	900	900	900	900	900	900	900
14	偏光片貼附	450	450	450	450	450	450	450	450	450
15	檢查	550	550	550	550	550	550	550	550	550

4.1.2 生產規劃假設

1. 規劃幅度與規劃週期

本文所設案例其規劃幅度為 28 天，規劃週期則為每一筆訂單的交期日，根據交期日依序編號，最後一筆訂單交期日為第 28 天。

2. 產品良率與當機比率

對於組立廠中，因物料因素或是機台因素而造成產品的瑕疵，本文在此將考慮，故產品的良率皆為 100%。為預防生產現場中機台當機與保養等因素，將設可用產能的 5% 做為保護性產能以防止可用產能的高估使得無法順利達交。

3. 產品單位

本文之環境所規劃訂單需求資訊以一卡匣為單位，一卡匣將包含 25 個同種類產品，各工作站加工時間均以加工一卡匣須耗時多久來表示。

4. 實際訂單

本文假設來臨之實際訂單，其交期日與主生產排程規劃之訂單交期日均相同，且在主生產排程系統規劃後才收到實際訂單來臨之資訊。

5. 凍結區間

本文案例所設之凍結區間為一週。

6. 模擬情境

本文所建構之系統模擬將透過 eM-Plant 7.0 軟體，建構一真實之生產環境，以確認本模式建立的可行性。

4.2 主生產排程系統之執行過程與規劃結果

本節將 4.1 節所設之案例代入主生產排程系統中之「產能估算機制」，以估算各工作站之產能是否可以滿足訂單之需求。再進行「重點工作站規劃機制」以求出瓶頸與次瓶頸工作站之排程。最後，進行「修正次瓶頸工作站之排程」以修正液晶灌入站與液晶滴入站之排程。

4.2.1 產能估算機制

Step1 計算各工作站之實際可用產能

各工作站可用產能之計算即為規劃幅度內各規劃週期機台加總之可用產能。本文以秒做為計算單位，在案例的交期下，可決定 h_t 之值依序分別為 10、6、4、4 和 4。依式 3-1 代入求得：

$$tc_{k,1} = m_k \times 0.95 \times 10 \times 24 \times 60 \times 60 \quad \forall k \quad \text{式 4-1}$$

$$tc_{k,2} = m_k \times 0.95 \times 6 \times 24 \times 60 \times 60 \quad \forall k \quad \text{式 4-2}$$

$$tc_{k,3} = m_k \times 0.95 \times 4 \times 24 \times 60 \times 60 \quad \forall k \quad \text{式 4-3}$$

$$tc_{k,4} = m_k \times 0.95 \times 4 \times 24 \times 60 \times 60 \quad \forall k \quad \text{式 4-4}$$

$$tc_{k,5} = m_k \times 0.95 \times 4 \times 24 \times 60 \times 60 \quad \forall k \quad \text{式 4-5}$$

將各工作站之機台數代入式 4-1 至式 4-5，即可計算出各工作站之可用產能如表 4-13：

表 4-13 各工作站可用產能對應表

單位：秒

工作站(k)	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
1	9849600	5909760	3939840	3939840	3939840
2	8208000	4924800	3283200	3283200	3283200
3	10670400	6402240	4268160	4268160	4268160
4	4104000	2462400	1641600	1641600	1641600
5	4924800	2954880	1969920	1969920	1969920
6	2462400	1477440	984960	984960	984960
7	2462400	1477440	984960	984960	984960
8	7387200	4432320	2954880	2954880	2954880
9	6566400	3939840	2626560	2626560	2626560
10	7387200	4432320	2954880	2954880	2954880

表 4-13 各工作站可用產能對應表(續)

工作站(k)	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
11	2462400	1477440	984960	984960	984960
12	4924800	2954880	1969920	1969920	1969920
13	8208000	4924800	3283200	3283200	3283200
14	3283200	1969920	1313280	1313280	1313280
15	8208000	4924800	3283200	3283200	3283200

Step2 計算共用工作站之產能負荷

HPS 和 ODF 工作站必須透過訂單配置才可計算產量，此步驟將先計算 HPS 和 ODF 共用工作站(k=1,3,12,13,14,15)生產所需之機台數以計算出各期最少換線次數，進而計算產能負荷。

➤ 考量產品尺寸因子(s)之工作站所需機台數

以第一期工作站 1 為例，將訂單資訊代入式 3-2 求得：

(1) 工作站 1 第一期生產產品尺寸 1 所需機台數

$$smd_{1,1,1} = \left\lceil \frac{2 \times pt_{1,1,1} \times \sum_{l=1}^3 (d_{1,l,1} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,1,1,1})}{tc_{1,1} / m_1} \right\rceil = \left\lceil \frac{2 \times 660 \times (0 + 0 + 0 + 250 + 300 + 0 + 300 + 0 + 300)}{9849600 / 12} \right\rceil$$

$$= \lceil 1.849 \rceil = 2$$

式 4-6

(2) 工作站 1 第一期生產產品尺寸 2 所需機台數

$$smd_{2,1,1} = \left\lceil \frac{2 \times pt_{2,1,1} \times \sum_{l=1}^3 (d_{2,l,1} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,2,1,1})}{tc_{1,1} / m_1} \right\rceil = \left\lceil \frac{2 \times 660 \times (0 + 300 + 0 + 0 + 0 + 260 + 0 + 0 + 0)}{9849600 / 12} \right\rceil$$

$$= \lceil 0.900 \rceil = 1$$

式 4-7

(3) 工作站 1 第一期生產產品尺寸 3 所需機台數

$$smd_{3,1,1} = \left\lceil \frac{2 \times pt_{3,l,1} \times \sum_{l=1}^3 (d_{3,l,1} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,2,l,1})}{tc_{1,1} / m_1} \right\rceil = \left\lceil \frac{2 \times 660 \times (0 + 0 + 0 + 0 + 250 + 300 + 0 + 250 + 0)}{9849600 / 12} \right\rceil$$

$$= \lceil 1.287 \rceil = 2$$

式 4-8

依式 4-6、式 4-7 與式 4-8 之結果，計算出工作站 1 第一期所需機台數為 5 台(2+1+2=5)。以第一期工作站 12 為例，將訂單資訊代入式 3-3 求得：

(1) 工作站 12 第一期生產產品尺寸 1 所需機台數

$$smd_{1,12,1} = \left\lceil \frac{\sum_{l=1}^3 pt_{1,l,1} \times (d_{1,l,1} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,1,l,1})}{tc_{12,1} / m_{12}} \right\rceil = \left\lceil \frac{700 \times (0 + 0 + 0 + 250 + 300 + 0 + 300 + 0 + 300)}{4924800 / 6} \right\rceil$$

$$= \lceil 0.981 \rceil = 1$$

式 4-9

(2) 工作站 12 第一期生產產品尺寸 2 所需機台數

$$smd_{2,12,1} = \left\lceil \frac{\sum_{l=1}^3 pt_{2,l,1} \times (d_{2,l,1} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,2,l,1})}{tc_{12,1} / m_{12}} \right\rceil = \left\lceil \frac{700 \times (0 + 300 + 0 + 0 + 0 + 260 + 0 + 0 + 0)}{4924800 / 6} \right\rceil$$

$$= \lceil 0.478 \rceil = 1$$

式 4-10

(3) 工作站 12 第一期生產產品尺寸 3 所需機台數

$$smd_{3,12,1} = \left\lceil \frac{\sum_{l=1}^3 pt_{3,l,1} \times (d_{3,l,1} + \sum_{p=1}^2 dp_{p,2,l,1})}{tc_{12,1} / m_{12}} \right\rceil = \left\lceil \frac{700 \times (0 + 0 + 0 + 0 + 250 + 300 + 0 + 250 + 0)}{4924800 / 6} \right\rceil$$

$$= \lceil 0.682 \rceil = 1$$

式 4-11

依式 4-9、式 4-10 與式 4-11 之結果，計算出工作站 12 第一期所需機台數為 3 台(1+1+1=3)。以此類推，依序求算即可求得各工作站各期所需機台數，如表 4-14 所示。

表 4-14 各工作站各期所需機台次數表

工作站(k)	規劃幅度內各期所需機台數				
	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
1	5	9	9	10	9
3	7	11	12	11	12
12	3	3	3	3	3
13	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3
15	3	3	3	3	3

►HPS 和 ODF 共用工作站各期最少換線次數

求得共用工作站生產所需機台數後，即可計算各期最少換線次數，將表 4-14 之結果代入式 3-4 即可求得。以工作站一為例，第二期工作站最少換線次數。

$$lst_{1,2} = \max(0, \sum_{s=1}^3 smd_{s,1,2} - m_1) = \max(0, 9 - 12) = 0 \quad \text{式 4-12}$$

如式 4-12 所示，工作站一第二期最少換線次數為 0 次。依此類推，吾人整理各工作站在規劃幅度內最少換線次數，如表 4-15 所示。

表 4-15 各工作站各期最少換線次數表

工作站(k)	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	規劃幅度內 最少換線次數
1	5	0	0	0	0	5
3	7	0	0	0	0	7
12	3	0	0	0	0	3

表 4-15 各工作站各期最少換線次數表(續)

工作站(k)	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	規劃幅度內 最少換線次數
13	3	0	0	0	0	3
14	3	0	0	0	0	3
15	3	0	0	0	0	3

Step3 估算 HPS 和 ODF 製程工作站之產能負荷

本步驟透過 3.3.1.2 節「訂單配置模式模式」，求解出 HPS 和 ODF 製程之訂單配置與 HPS 和 ODF 製程工作站之產能負荷。本文以 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體在 Intel(R) Core(TM) i7 CPU 920@2.67GHz 且 RAM 為 12.0GB 之環境下來求解數學規劃模式。吾人將求解出來的結果整理如表 4-16 與表 4-17 所示。

表 4-16 HPS 和 ODF 訂單配置表

最佳解：7,851,050(單位：元)		
變數個數：913 限制式個數：1138 求解時間：0.02 秒		
配置量	HPS 製程配置量	ODF 製程配置量
規劃週期 (t=1)	I[1,1,2,1]=300、I[1,2,2,1]=300 I[1,3,3,1]=300、I[1,2,3,1]=260 I[1,1,1,1]=250、I[1,3,2,1]=250	I[2,1,1,1]=300、I[2,1,3,1]=300 I[2,3,2,1]=250
規劃週期 (t=2)	I[1,1,3,2]=300、I[1,2,1,2]=300 I[1,1,2,2]=250、I[1,3,2,2]=250 I[1,2,2,2]=200、I[1,3,1,2]=200	I[2,1,3,2]=200、I[2,2,2,2]=232 I[2,2,3,2]=200、I[2,3,3,2]=400
規劃週期 (t=3)	I[1,1,2,3]=200、I[1,2,3,3]=250 I[1,3,2,3]=230、I[1,3,3,3]=260	I[2,1,1,3]=250、I[2,1,3,3]=250 I[2,2,1,3]=250、I[2,3,2,3]=250
規劃週期 (t=4)	I[1,1,2,4]=250、I[1,1,3,4]=250 I[1,2,1,4]=500、I[1,2,3,4]=280	I[2,3,1,4]=250、I[2,3,2,4]=250
規劃週期 (t=5)	I[1,1,1,5]=500、I[1,2,3,5]=250	I[2,1,2,5]=200、I[2,1,3,5]=250 I[2,2,2,5]=200、I[2,3,3,5]=500

表 4-17 HPS 和 ODF 各期剩餘可用產能表

工作站(k)	剩餘可用產能					規劃幅度
	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	
4	2903200	1017600	241600	941600	28000	5132000
5	3903600	1716480	769920	1369920	589920	8349840
6	1948800	858240	384960	684960	294960	4171920
7	192600	1026240	701760	600360	759360	5050320
8	6271600	3424320	2314880	2090880	2450880	16552560
9	5722800	3174840	2139060	1974060	2244060	15254820
10	3620200	1035920	791180	50180	1266280	6759760
11	2210520	1251000	843480	792480	872460	5969940

Step4 計算 HPS 和 ODF 製程共用工作站之產能負荷

求出 HPS 和 ODF 製程之訂單配置量後，吾人即可將 HPS 與 ODF 製程之配置量代入式 3-21、式 3-22 與式 3-23 求出配向膜塗佈站之生產所需機台數與各期最少換線次數。

➤ 考量製程種類(p)產品尺寸因子(s)之工作站所需機台數

以第一期製程種類 1(p1)且產品尺寸 1(s1)為例，代入式 3-21 可求得所需機台數如式 4-13 所示：

$$ismd_{1,1,2,1} = \left\lceil \frac{2 \times \sum_{l=1}^L ppt_{1,l,l} \times I_{1,l,l,1}}{cap_{2,1} / m_2} \right\rceil = \left\lceil \frac{2 \times 1008 \times (250 + 300 + 0)}{8208000 / 10} \right\rceil = \lceil 1.351 \rceil = 2 \quad \text{式 4-13}$$

計算完生產所需機台數後代入式 3-22 即可求得各期最少換線次數，以第二期為例，如式 4-14 所示：

$$lst_{2,2} = \max(0, \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S ismd_{p,s,2,2} - m_2) = \max(0, 13 - 10) = 3 \quad \text{式 4-14}$$

計算出配向膜各期最少換線次數即整理如表 4-18 所示。

表 4-18 配向膜塗佈站各期最少換線次數表

工作站(k)	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	規劃幅度內 最少換線次數
2	9	3	6	3	5	26

求解完配向膜塗佈站之各期最少換線次數後，即可計算各其產能負荷，代入式 3-23 與式 3-24，即可求得配向膜塗佈站之產能負荷與剩餘可用產能，如式 4-15 式 4-16 所示：

$$lo_2 = 2 \times 10662 \times 1008 + 26 \times 9000 = 21728592 \text{ (秒)} \quad \text{式 4-15}$$

$$rc_2 = cap_2 - lo_2 = 22982400 - 21728592 = 1253808 \text{ (秒)} \quad \text{式 4-16}$$

Step5 確認系統之瓶頸工作站與次瓶頸工作站

根據 Step3 和 Step4 計算完組立段各個工作站之產能負荷與各工作站剩餘可用產能後，即可計算其剩餘產能可用於換線次數，以此分析出重點規劃工作站中之系統瓶頸工作站、HPS 製程之瓶頸工作站與 ODF 製程之瓶頸工作站。以配向膜塗佈站為例，代入式 3-25 即可求得：

$$rst_2 = \frac{rc_2}{st_2} = \frac{1253808}{9000} = 139.312 \quad \text{式 4-17}$$

式 4-17 為配向膜塗佈站剩餘產能可用於換線次數之求解，其他工作站計算方式相同，整理如表 4-19 所示。

表 4-19 各工作站剩餘產能可用於換線次數表

工作站(k)	1	2	3	4	5
剩餘產能可用於換線次數	22502	139	17800	1425	13916
工作站(k)	6	7	8	9	10
剩餘產能可用於換線次數	2317	8417	27587	25424	11266
工作站(k)	11	12	13	14	15
剩餘產能可用於換線次數	12437	52712	111551	36622	142647

由表 4- 19 可得知 HPS 製程之瓶頸工作站為液晶灌入站(11266 次)、ODF 製程之瓶頸工作站為液晶滴入站(1425 次)、重點工作站之系統瓶頸工作站為配向膜塗佈站(139 次)。

4.2.2 重點工作站規劃機制

本節將針對重點工作站進行求解，吾人承接 4.2.1 節產能估算機制中所求出之瓶頸與次瓶頸工作站資訊，根據本文 3.3.2.3 節「重點工作站排程求解模式」，代入 4.1.1 節中之產品資訊、訂單需求資訊與製程資訊以求解出重點工作站最佳化之排程。其可求得規劃幅度內瓶頸工作站之整備次數、重點工作站之剩餘可用產能、訂單需求之配置、次瓶頸工作站之排程與機台跨期是否避免整備。

經過 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體之計算，吾人將重點工作站之排程資訊彙整於表 4- 20 至表 4- 25，其他變數求解結果將列於附錄 2-1：重點工作站排程求解模式求解結果。針對瓶頸配向膜塗佈站之排程，如表 4- 20 所示，吾人利用 3.3.2.2 節對稱性生產之概念來將配向膜塗佈站機台數由 10 台縮減為 5 台，其機台 1 至機台 5 為生產 TFT 之排程，藉此進行求解，其機台 1 至機台 5 之排程將與機台 6 至機台 10 生產 CF 之排程相同。

➤ 目標式之計算

模式之目標式為最小化整備次數，吾人對照表 4- 21 生產對應表與附錄 2-1，將生產次數($\alpha p_{p,s,j,t}$)與跨期免整備次數($\beta p_{j,t}$)之值代入式 3-26 可求得：

$$\sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t=1}^T (\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} - \beta p_{j,t}) = 27 - 20 = 7 \quad \text{式 4- 18}$$

依式 4- 18，吾人可求算出配向膜塗佈站之整備次數為 7 次。

➤ 重點工作站之剩餘可用產能

(1). 配向膜塗佈站

吾人根據表 4- 20 配向膜塗佈站生產排程表，計算各機台剩餘可用產能，以第三期配向膜塗佈站機台 3 為例，將表 4- 20 之生產數量、表 4- 21 生產對應表與附錄 2-1 跨期免整備之變數代入式 3-27 可求得：

$$\begin{aligned}
L_{3,3} + \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^3 \sum_{l=1}^3 (ppt_{p,s,l} \times \sum_{d=3}^5 P_{p,s,l,3,d,3}) + st_2 \times (\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^3 \alpha p_{p,s,3,3} - \beta p_{3,3}) &= cap_{3,3} \\
=L_{3,3} + 1008 \times (171 + 34 + 111) + 9000 \times (2 - 1) &= 328320 \\
=L_{3,3} = 792(\text{秒}) &
\end{aligned}
\tag{式 4-19}$$

如表 4-20 所示，藉由式 4-19 之求解，配向膜塗佈第三期機台 3 之剩餘可用產能為 792 秒。

(2). 液晶灌入站

吾人根據表 4-22 液晶灌入站生產排程表，計算剩餘可用產能。以第二期機台 1 為例，其生產產品尺寸 1(s1)之批次數為 3 次、產品尺寸 2(s2)之批次數 7 次與產品尺寸 3(s3)之批次數為 24 次，且生產之產品別為 8 項。另吾人根據附錄 2-1 液晶灌入站跨期免整備之資訊，可求得第二期機台 1 整備次數為 7 次(8-1=7)，因此代入式 3-28 可求得：

$$\begin{aligned}
L_{1,2} + \sum_{s=1}^3 \sum_{l=1}^3 pt_{s,l,10} \times V_{s,l,1,2} + st_{10} \times (\sum_{s=1}^3 \sum_{l=1}^3 \alpha h_{s,l,1,2} - \beta h_{1,2}) &= cap_{1,2} \\
=L_{1,2} + 13300 \times 3 + 13500 \times 7 + 13700 \times 24 + 600 \times (8 - 1) &= 492480 \\
=L_{1,2} = 25080 &
\end{aligned}
\tag{式 4-20}$$

依式 4-20 之求解，吾人可求算出液晶灌入站第二期機台 1 之剩餘可用產能為 25080 秒。

(3). 液晶滴入站

吾人根據表 4-24 液晶滴入站生產排程表，計算剩餘可用產能。以第二期機台 2 為例，其生產液晶種類 1(l1)之產品 1 個、液晶種類 2(l2)之產品 1 個與液晶種類 3(l3)之產品 300 個，且生產之產品別為 3 項。另吾人根據附錄 2-1 液晶滴入站跨期免整備之資訊，可求得第二期機台 2 整備次數為 2 次(3-1=2)，因此代入式 3-29 可求得：

$$\begin{aligned}
L_{2,2} + \sum_{s=1}^3 \sum_{l=1}^3 pt_{s,l,4} \times O_{s,l,2,2} + st_4 \times (\sum_{l=1}^3 \alpha o_{l,2,2} - \beta o_{2,2}) &= cap_{2,2} \\
=L_{2,2} + 1400 \times 1 + 1500 \times 1 + 1600 \times 300 + 3600 \times (3 - 1) &= 492480 \\
=L_{2,2} = 2380 &
\end{aligned}
\tag{式 4-21}$$

依式 4-21 之求解，吾人可求算出液晶滴入站第二期機台 2 之剩餘可用產能為 2380 秒。

➤ 訂單需求之配置

吾人根據表 4-20 配向膜塗佈站生產排程表，代入各期生產數量於式 3-30 與式 3-31 中，即可求算出非指定製程之需求配置表，如表 4-25 所示。以第一期需求為產品尺寸 2(s2)且液晶種類 2(l2)之非指定訂單為例($d_{2,2,1}$)，將第一期配向膜塗佈站生產產品尺寸 2(s2)且液晶種類 2(l2)給第一期之需求代入式 3-30 可求得：

$$\begin{aligned} \sum_{j_1=1}^5 \sum_{t'=1}^1 P_{1,2,2,j_1,t'} &= dp_{1,2,2,1} + U_{1,2,2,1} = 300 \\ &= 0 + U_{1,2,2,1} = 300 \end{aligned} \quad \text{式 4-22}$$

$$\begin{aligned} \sum_{j_1=1}^5 \sum_{t'=1}^1 P_{2,2,2,j_1,t'} &= dp_{2,2,2,1} + U_{2,2,2,1} = 0 \\ &= 0 + U_{2,2,2,1} = 0 \end{aligned} \quad \text{式 4-23}$$

依式 4-22 與式 4-23 之求算結果，吾人代入式 3-31 即可求得：

$$\sum_{p=1}^2 U_{p,2,2,1} = d_{2,2,1} = 300 + 0 = 300 \quad \text{式 4-24}$$

依式 4-22、式 4-23 與式 4-24 之求算結果，吾人可求得產品尺寸 2(s2)且液晶種類 2(l2)非指定訂單需求之配置為 HPS 製程 300 個與 ODF 製程 0 個。

➤ 次瓶頸工作站之排程

(1). 液晶灌入站

吾人根據表 4-23 液晶灌入站各期生產數量表，代入式 3-34 與式 3-35 可求得液晶灌入站各期生產批次數，如表 4-22 所示。以第二期液晶灌入機台 5 為例，其生產之產品別為產品尺寸 2(s2)且液晶種類 2(l2)的產品 53 個，代入式 3-34 與式 3-35 即可求得：

$$b_{10} \times V_{2,2,5,2} \geq B_{2,2,5,2} = 6 \times V_{2,2,5,2} \geq 53 \quad \text{式 4-25}$$

$$B_{2,2,5,2} \geq b_{10} \times (V_{2,2,5,2} - 1) = 53 \geq 6 \times (V_{2,2,5,2} - 1) \quad \text{式 4-26}$$

依式 4-25 與式 4-26 之求解結果，吾人可求算出第二期液晶灌入站機台 5 生產批次數($V_{2,2,5,2}$)為 9 次，如表 4-22 所示。

根據瓶頸工作站配向膜塗佈站之產出結果，次瓶頸液晶灌入站之加工結果必須滿足配向膜塗佈站加工 HPS 製程物料之產出。以表 4-20 配向膜塗佈站生產數量表，第一期機台 1 為例，其生產產品尺寸 2(s_2)且液晶種類 2(l_2)之產品 437 個($300+137=437$)。因此，代入式 3-32 即可求得：

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^9 H_{2,2,j,1} &= \sum_{j=1}^5 \sum_{d=1}^1 P_{1,2,2,1,d,1} = \sum_{j=1}^9 H_{2,2,j,1} = 437 \\ &= H_{2,2,5,1} + H_{2,2,6,1} = 77 + 360 = 437 \end{aligned} \quad \text{式 4-27}$$

依式 4-27 之求算結果，吾人可求算液晶灌入站第一期之機台 5 與機台 6 即各別生產 77 個與 360 個產品尺寸 2(s_2)且液晶種類 2(l_2)的產品，以滿足配向膜塗佈站生產產品尺寸 2(s_2)且液晶種類 2(l_2)之產出。如表 4-23 所示。

(2). 液晶滴入站

根據瓶頸工作站配向膜塗佈站之產出結果，次瓶頸液晶滴入站之加工結果須滿足配向膜塗佈站加工 ODF 製程物料之產出。以表 4-20 配向膜塗佈站生產數量表，第一期機台 3 為例，其生產產品尺寸 3(s_3)且液晶種類 2(l_2)之產品 500 個($250+250=500$)。因此，代入式 3-32 即可求得：

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^5 O_{3,2,j,1} &= \sum_{j=1}^J \sum_{d=1}^1 P_{3,2,2,j,d,1} = \sum_{j=1}^5 O_{3,2,j,1} = 500 \\ &= O_{3,2,2,1} = 500 \end{aligned} \quad \text{式 4-28}$$

依式 4-28 之求算結果，吾人可求算液晶滴入站第一期之機台 2 即生 500 個產品尺寸 3(s_3)且液晶種類 2(l_2)的產品，以滿足配向膜塗佈站生產產品尺寸 2(s_2)且液晶種類 2(l_2)之產出，如表 4-24 所示。

➤ 機台跨期是否避免整備

吾人根據表 4-21 配向膜塗佈站各期生產對應表，代入式 3-42 至式 3-48 可求得機台跨期是否免整備。以第三期配向膜塗佈站機台 3 為例，代入式 3-42 與式 3-43 可求得：

$$\begin{aligned} \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^3 \alpha p_{p,s,3,3} &\leq 1 + Q \times y p_{3,3} = \alpha p_{2,1,3,3} + \alpha p_{2,3,3,3} \leq 1 + Q \times y p_{3,3} \\ &= 2 \leq 1 + Q \times y p_{3,3} \end{aligned} \quad \text{式 4-29}$$

$$\begin{aligned} \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,3,3} &\geq 2 - Q \times (1 - y p_{3,3}) = \alpha p_{2,1,3,3} + \alpha p_{2,3,3,3} \geq 2 - Q \times (1 - y p_{3,3}) \\ &= 2 \geq 2 - Q \times (1 - y p_{3,3}) \end{aligned} \quad \text{式 4-30}$$

依式 4-29 與式 4-30 之求算結果，吾人可求出第三期配向膜塗佈機台 3 生產兩項以上之產品別 ($y p_{3,3} = 1$)。因此將表 4-21 之生產對應變數與此值代入式 3-44、式 3-45 與式 3-46 即可求得：

$$\begin{aligned} \alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} &\geq 2 - Q \times (1 - \gamma p_{p,s,j,t}) = \alpha p_{2,1,3,2} + \alpha p_{2,1,3,3} \\ &\geq 2 - Q \times (1 - \gamma p_{2,1,3,3}) = 1 + 1 \geq 2 - Q \times (1 - \gamma p_{2,1,3,3}) \end{aligned} \quad \text{式 4-31}$$

$$\begin{aligned} \alpha p_{p,s,j,t-1} + \alpha p_{p,s,j,t} &\leq 1 + y_{j,t} + Q \times \gamma p_{p,s,j,t} = \alpha p_{2,1,3,2} + \alpha p_{2,1,3,3} \\ &\leq 1 + y_{3,3} + Q \times \gamma p_{2,1,3,3} = 1 + 1 \leq 1 + 1 + Q \times \gamma p_{2,1,3,3} \end{aligned} \quad \text{式 4-32}$$

$$\begin{aligned} \gamma p_{p,s,j,t} + \gamma p_{p,s,j,t+1} &\leq 2 - y p_{j,t} = \gamma p_{2,1,3,3} + \gamma p_{2,1,3,4} \leq 2 - y p_{3,3} \\ &= \gamma p_{2,1,3,3} + \gamma p_{2,1,3,4} \leq 2 - 1 \end{aligned} \quad \text{式 4-33}$$

依式 4-31 與式 4-32 之求算結果，吾人可求得第三期配向膜塗佈機台 3 不一定具有跨期免整備之機會 ($\gamma p_{2,1,3,3} = 0 \text{ or } 1$)。由式 4-33 之求算結果，吾人可知配向膜塗佈機台 3 於第三期與第四期最多只可具有一次跨期避免整備之機會。且根據附錄 2-1，吾人可知第四期配向膜塗佈機台 3 並不具有跨期避免整備之機會 ($\gamma p_{2,1,3,4} = 0$)。因此，基於目標式為整備次數最小化，第三期配向膜塗佈機台 3 將具有跨期避免整備之機會 ($\gamma p_{2,1,3,3} = 1$)。

承上所述，吾人將跨期避免整備之機會變數代入式 3-47 與式 3-48 可求得：

$$\begin{aligned} \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^3 \gamma p_{p,s,3,3} &\leq Q \times \beta p_{3,3} = \gamma p_{2,1,3,3} \leq Q \times \beta p_{3,3} \\ &= 1 \leq Q \times \beta p_{3,3} \end{aligned} \quad \text{式 4-34}$$

$$\begin{aligned} \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^3 \gamma p_{p,s,3,3} &\geq \beta p_{3,3} = \gamma p_{2,1,3,3} \geq \beta p_{3,3} \\ &= 1 \geq \beta p_{3,3} \end{aligned} \quad \text{式 4-35}$$

依式 4-34 與式 4-35 之求算結果，吾人可求得第三期配向膜塗佈機台 3 不須整備 ($\beta p_{3,3} = 1$)。

如表 4- 21 所示，第三期配向膜塗佈機台 3 生產製程種類 2(p_2)且產品尺寸 1(s_1)的產品別與製程種類 2(p_2)且產品尺寸 3(s_3)的產品別，可與第二期因生產相同之製程種類 2(p_2)且產品尺寸 3(s_3)相同產品別和第四期因生產相同之製程種類 2(p_2)且產品尺寸 1(s_1)相同產品別而在第三期與第四期之期初均產生跨期避免整備之機會，因此亦可在第三期期初與第四期期初因接續生產相同產品別而避免整備之情況發生。

跨期免整備之變數結果將列於附錄一，透過附錄一之變數結果可得知配向膜塗佈站在各期之各機台均具有跨期可避免整備之機會，因此在跨期接續生產上，均可因生產相同產品別而避免整備之發生。



表 4-20 配向膜塗佈站各期生產數量表

最佳解：7 (次)		變數個數：4920		限制式個數：5249		求解時間：920 秒	
	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5		
機台 1	P[1,2,2,1,1,1]=300 P[1,2,3,1,1,1]=260 P[1,2,2,1,2,1]=137 P[1,2,3,1,3,1]=100	P[1,2,1,1,2,2]=300 P[1,2,3,1,2,2]=91 P[1,2,2,1,2,2]=63 P[1,2,3,1,3,2]=24 P[1,2,3,1,4,2]=10	P[1,2,1,1,4,3]=197 P[1,2,3,1,3,3]=126	P[1,2,3,1,4,4]=270 P[1,2,1,1,4,4]=53	P[1,2,3,1,5,5]=250		
	剩餘產能：8424	剩餘產能：576	剩餘產能：2736	剩餘產能：2736	剩餘產能：76320		
機台 2	P[1,3,3,2,1,1]=300 P[1,3,2,2,1,1]=250 P[1,3,2,2,2,1]=104 P[1,3,3,2,3,1]=66	P[1,3,1,2,2,2]=200 P[1,3,2,2,2,2]=146 P[1,3,3,2,3,2]=142	P[1,3,2,2,3,3]=230 P[1,3,3,2,3,3]=52	P[1,3,2,2,4,4]=250 P[1,3,3,2,5,4]=6	P[1,3,3,2,5,5]=244		
	剩餘產能：86040	剩餘產能：576	剩餘產能：44064	剩餘產能：70272	剩餘產能：82368		
機台 3	P[2,3,2,3,1,1]=250 P[2,3,2,3,3,1]=250 P[2,3,3,3,2,1]=162 P[2,3,3,3,5,1]=139	P[2,3,1,3,4,2]=250 P[2,3,3,3,2,2]=238	P[2,1,1,3,3,3]=171 P[2,1,3,3,3,3]=34 P[2,3,3,3,5,3]=111	P[2,1,3,3,5,4]=198 P[2,1,2,3,4,4]=69 P[2,1,2,3,5,4]=58	P[2,1,1,3,5,5]=181 P[2,1,2,3,5,5]=142 P[2,1,3,3,5,5]=2		
	剩餘產能：1368	剩餘產能：4392	剩餘產能：576	剩餘產能：720	剩餘產能：720		
機台 4	P[1,1,2,4,1,1]=300 P[1,1,1,4,1,1]=250 P[1,1,3,4,3,1]=216 P[1,1,3,4,2,1]=36 P[1,1,1,4,5,1]=1	P[1,1,3,4,2,2]=264 P[1,1,2,4,2,2]=192 P[1,1,1,4,5,2]=27	P[1,1,2,4,3,3]=200 P[1,1,3,4,4,3]=100 P[1,1,2,4,4,3]=16 P[1,1,1,4,5,3]=5	P[1,1,2,4,4,4]=164 P[1,1,3,4,4,4]=150 P[1,1,1,4,5,4]=11	P[1,1,1,4,5,5]=275 P[1,1,3,4,5,5]=50		
	剩餘產能：2376	剩餘產能：5616	剩餘產能：4752	剩餘產能：720	剩餘產能：720		
機台 5	P[2,1,1,5,1,1]=300 P[2,1,3,5,1,1]=300 P[2,1,3,5,2,1]=200 P[2,1,1,5,3,1]=4 P[2,1,2,5,4,1]=1	P[2,1,1,5,3,2]=75 P[2,1,2,5,2,2]=58 P[2,2,2,5,2,2]=232 P[2,2,3,5,2,2]=109	P[2,2,1,5,3,3]=250 P[2,2,1,5,4,3]=19 P[2,2,2,5,5,3]=2	P[2,2,1,5,4,4]=231 P[2,2,2,5,5,4]=94	P[2,2,2,5,5,5]=104		
	剩餘產能：360	剩餘產能：5688	剩餘產能：55152	剩餘產能：720	剩餘產能：223488		

註：P[p,s,l,j,d,t] 為 $P_{p,s,l,j,d,t}$

表 4-21 各產品別是否生產($\alpha_{p,s,j,t}$)變數對應表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	$\text{alphap}[1,2,1,1]=1$	$\text{alphap}[1,2,1,2]=1$	$\text{alphap}[1,2,1,3]=1$	$\text{alphap}[1,2,1,4]=1$	$\text{alphap}[1,2,1,5]=1$
機台 2	$\text{alphap}[1,3,2,1]=1$	$\text{alphap}[1,3,2,2]=1$	$\text{alphap}[1,3,2,3]=1$	$\text{alphap}[1,3,2,4]=1$	$\text{alphap}[1,3,2,5]=1$
機台 3	$\text{alphap}[2,3,3,1]=1$	$\text{alphap}[2,3,3,2]=1$	$\text{alphap}[2,1,3,3]=1$ $\text{alphap}[2,3,3,3]=1$	$\text{alphap}[2,1,3,4]=1$	$\text{alphap}[2,1,3,5]=1$
機台 4	$\text{alphap}[1,1,4,1]=1$	$\text{alphap}[1,1,4,2]=1$	$\text{alphap}[1,1,4,3]=1$	$\text{alphap}[1,1,4,4]=1$	$\text{alphap}[1,1,4,5]=1$
機台 5	$\text{alphap}[2,1,5,1]=1$	$\text{alphap}[2,1,5,2]=1$ $\text{alphap}[2,2,5,2]=1$	$\text{alphap}[2,2,5,3]=1$	$\text{alphap}[2,2,5,4]=1$	$\text{alphap}[2,2,5,5]=1$

註： $\text{alphap}[p,s,j,t]$ 為 $\alpha_{p,s,j,t}$

表 4-22 液晶灌入站各期生產批次表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	$V[1,3,1,1]=42$	$V[1,1,1,2]=1$ $V[1,2,1,2]=1$ $V[1,3,1,2]=1$ $V[2,1,1,2]=6$ $V[3,3,1,2]=22$ $V[2,2,1,2]=1$ $V[3,1,1,2]=1$ $V[3,2,1,2]=1$	$V[1,2,1,3]=23$ $V[2,3,1,3]=1$	$V[3,2,1,4]=21$ $V[2,1,1,4]=2$	$V[2,3,1,5]=18$ $V[1,3,1,5]=6$
	剩餘產能：261600	剩餘產能：25080	剩餘產能：7720	剩餘產能：12420	剩餘產能：4320
機台 2	$V[2,3,2,1]=60$	$V[1,2,2,2]=30$ $V[1,1,2,2]=2$ $V[2,3,2,2]=1$ $V[3,1,2,2]=1$ $V[3,2,2,2]=1$ $V[3,3,2,2]=1$	$V[1,3,2,3]=16$ $V[3,3,2,3]=7$	$V[2,3,2,4]=20$ $V[1,2,2,4]=1$ $V[1,3,2,4]=1$	
	剩餘產能：10200	剩餘產能：8680	剩餘產能：19020	剩餘產能：30520	剩餘產能：328320
機台 3	$V[1,1,3,1]=42$	$V[2,3,3,2]=17$ $V[1,3,3,2]=14$ $V[1,1,3,2]=1$ $V[1,2,3,2]=1$ $V[2,2,3,2]=1$ $V[3,1,3,2]=1$ $V[3,2,3,2]=1$	$V[3,2,3,3]=17$ $V[2,1,3,3]=3$ $V[1,1,3,3]=1$ $V[2,3,3,3]=1$ $V[3,3,3,3]=1$	$V[1,3,3,4]=21$ $V[2,3,3,4]=1$	
	剩餘產能：261600	剩餘產能：5680	剩餘產能：12020	剩餘產能：34320	剩餘產能：328320
機台 4	$V[3,2,4,1]=59$	$V[3,2,4,2]=21$ $V[1,3,4,2]=7$ $V[2,1,4,2]=7$	$V[2,1,4,3]=24$	$V[2,1,4,4]=2$ $V[3,2,4,4]=2$ $V[1,1,4,4]=1$ $V[1,3,4,4]=1$ $V[2,3,4,4]=1$ $V[3,3,4,4]=1$	$V[1,1,4,5]=20$ $V[1,3,4,5]=1$ $V[2,3,4,5]=1$
	剩餘產能：11900	剩餘產能：15980	剩餘產能：4320	剩餘產能：216520	剩餘產能：34320

註： $V[s,l,j,t]$ 為 $V_{s,l,j,t}$

表 4-22 液晶灌入站各期生產批次表(續)

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 5	V[2,2,5,1]=13	V[2,2,5,2]=9 V[2,3,5,2]=3	V[3,2,5,3]=19 V[2,1,5,3]=3 V[3,3,5,3]=1	V[1,2,5,4]=5 V[1,1,5,4]=1 V[1,3,5,4]=1 V[2,1,5,4]=1 V[2,3,5,4]=1 V[3,2,5,4]=1	V[3,3,5,5]=21 V[1,1,5,5]=1 V[1,3,5,5]=1
	剩餘產能：644700	剩餘產能：329280	剩餘產能：12020	剩餘產能：190920	剩餘產能：12220
機台 6	V[2,2,6,1]=60	V[2,1,6,2]=36	V[1,2,6,3]=2 V[3,2,6,3]=2	V[3,2,6,4]=18 V[1,2,6,4]=1 V[1,3,6,4]=1 V[2,1,6,4]=1 V[2,3,6,4]=1	V[1,1,6,5]=24
	剩餘產能：10200	剩餘產能：5880	剩餘產能：273120	剩餘產能：25120	剩餘產能：8520
機台 7	V[3,3,7,1]=59		V[2,3,7,3]=19 V[3,2,7,3]=1	V[2,1,7,4]=1	V[2,3,7,5]=23
	剩餘產能：11900	剩餘產能：492480	剩餘產能：56920	剩餘產能：314220	剩餘產能：17220
機台 8	V[3,3,8,1]=2	V[1,3,8,2]=22	V[1,2,8,3]=11 V[2,1,8,3]=3 V[1,3,8,3]=1	V[1,2,8,4]=21	V[3,3,8,5]=20 V[1,1,8,5]=1 V[1,3,8,5]=1
	剩餘產能：792800	剩餘產能：199280	剩餘產能：126420	剩餘產能：49020	剩餘產能：25920
機台 9	V[1,2,9,1]=50	V[3,1,9,2]=31 V[1,1,9,2]=1 V[2,1,9,2]=1 V[3,2,9,2]=1 V[3,3,9,2]=1		V[2,3,9,4]=21 V[2,1,9,4]=2 V[1,3,9,4]=1	V[2,3,9,5]=16
	剩餘產能：155200	剩餘產能：10580	剩餘產能：49020	剩餘產能：2720	剩餘產能：328320

註：V[s,l,j,t] 為 $V_{s,l,j,t}$

表 4-23 液晶灌入站各期生產數量表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	$H[1,3,1,1]=252$	$H[1,1,1,2]=5$ $H[1,2,1,2]=6$ $H[1,3,1,2]=5$ $H[2,1,1,2]=36$ $H[3,3,1,2]=132$ $H[2,2,1,2]=5$ $H[3,1,1,2]=5$ $H[3,2,1,2]=5$	$H[1,2,1,3]=138$ $H[2,3,1,3]=6$	$H[3,2,1,4]=126$ $H[2,1,1,4]=11$	$H[2,3,1,5]=107$ $H[1,3,1,5]=35$
機台 2	$H[2,3,2,1]=360$	$H[1,2,2,2]=180$ $H[1,1,2,2]=11$ $H[2,3,2,2]=5$ $H[3,1,2,2]=5$ $H[3,2,2,2]=6$ $H[3,3,2,2]=5$	$H[1,3,2,3]=95$ $H[3,3,2,3]=41$	$H[2,3,2,4]=120$ $H[1,2,2,4]=5$ $H[1,3,2,4]=5$	
機台 3	$H[1,1,3,1]=251$	$H[2,3,3,2]=102$ $H[1,3,3,2]=84$ $H[1,1,3,2]=5$ $H[1,2,3,2]=6$ $H[2,2,3,2]=5$ $H[3,1,3,2]=5$ $H[3,2,3,2]=5$	$H[3,2,3,3]=101$ $H[2,1,3,3]=17$ $H[1,1,3,3]=5$ $H[2,3,3,3]=6$ $H[3,3,3,3]=5$	$H[1,3,3,4]=125$ $H[2,3,3,4]=6$	
機台 4	$H[3,2,4,1]=354$	$H[3,2,4,2]=125$ $H[1,3,4,2]=42$ $H[2,1,4,2]=42$	$H[2,1,4,3]=144$	$H[2,1,4,4]=12$ $H[3,2,4,4]=12$ $H[1,1,4,4]=5$ $H[1,3,4,4]=5$ $H[2,3,4,4]=6$ $H[3,3,4,4]=6$	$H[1,1,4,5]=119$ $H[1,3,4,5]=5$ $H[2,3,4,5]=5$

註： $H[s,l,j,t]$ 為 $H_{s,l,j,t}$

表 4- 23 液晶灌入站各期生產數量表(續)

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 5	$H[2,2,5,1]=77$	$H[2,2,5,2]=53$ $H[2,3,5,2]=18$	$H[3,2,5,3]=113$ $H[2,1,5,3]=18$ $H[3,3,5,3]=6$	$H[1,2,5,4]=29$ $H[1,1,5,4]=6$ $H[1,3,5,4]=5$ $H[2,1,5,4]=6$ $H[2,3,5,4]=6$ $H[3,2,5,4]=5$	$H[3,3,5,5]=125$ $H[1,1,5,5]=6$ $H[1,3,5,5]=5$
機台 6	$H[2,2,6,1]=360$	$H[2,1,6,2]=216$	$H[1,2,6,3]=12$ $H[3,2,6,3]=11$	$H[3,2,6,4]=107$ $H[1,2,6,4]=5$ $H[1,3,6,4]=5$ $H[2,1,6,4]=6$ $H[2,3,6,4]=6$	$H[1,1,6,5]=144$
機台 7	$H[3,3,7,1]=354$		$H[2,3,7,3]=114$ $H[3,2,7,3]=5$	$H[2,1,7,4]=6$	$H[2,3,7,5]=138$
機台 8	$H[3,3,8,1]=12$	$H[1,3,8,2]=132$	$H[1,2,8,3]=66$ $H[2,1,8,3]=18$ $H[1,3,8,3]=5$	$H[1,2,8,4]=125$	$H[3,3,8,5]=119$ $H[1,1,8,5]=6$ $H[1,3,8,5]=5$
機台 9	$H[1,2,9,1]=300$	$H[3,1,9,2]=185$ $H[1,1,9,2]=6$ $H[2,1,9,2]=6$ $H[3,2,9,2]=5$ $H[3,3,9,2]=5$		$H[2,3,9,4]=126$ $H[2,1,9,4]=12$ $H[1,3,9,4]=5$	$H[2,3,9,5]=16$

註： $H[s,l,j,t]$ 為 $H_{s,l,j,t}$

表 4- 24 液晶滴入站各期生產數量表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1		O[1,1,1,2]=6 O[2,2,1,2]=1	O[1,1,1,3]=171 O[1,3,1,3]=1 O[2,2,1,3]=1	O[2,1,1,4]=227 O[1,2,1,4]=1 O[1,3,1,4]=1	O[2,2,1,5]=103 O[1,1,1,5]=1
	剩餘產能：820800	剩餘產能：475380	剩餘產能：78620	剩餘產能：220	剩餘產能：165220
機台 2	<u>O[3,2,2,1]=500</u> O[1,2,2,1]=1	O[3,3,2,2]=195 O[2,3,2,2]=105 O[1,1,2,2]=1 O[2,2,2,2]=1	O[3,3,2,3]=1	O[1,3,2,4]=195 O[1,2,2,4]=1 O[2,1,2,4]=1	O[1,3,2,5]=2 O[1,1,2,5]=1 O[2,2,2,5]=1
	剩餘產能：65700	剩餘產能： <u>2380</u>	剩餘產能：326720	剩餘產能：2620	剩餘產能：311420
機台 3	<u>O[3,3,3,1]=301</u>	O[3,1,3,2]=248 O[1,1,3,2]=68 O[3,3,3,2]=22 O[2,3,3,2]=3 O[2,2,3,2]=1	O[2,1,3,3]=229 O[1,3,3,3]=1	O[2,2,3,4]=94 O[1,3,3,4]=1 O[2,1,3,4]=1	O[1,1,3,5]=1 O[1,2,3,5]=1
	剩餘產能：335600	剩餘產能：1380	剩餘產能：2520	剩餘產能：177120	剩餘產能：318220
機台 4	O[1,1,4,1]=304	O[3,3,4,2]=21 O[2,2,4,2]=1 O[3,1,4,2]=1	O[2,2,4,3]=1 O[3,3,4,3]=1	O[1,2,4,4]=124 O[1,3,4,4]=1 O[2,1,4,4]=1	O[1,1,4,5]=178
	剩餘產能：391600	剩餘產能：448780	剩餘產能：321620	剩餘產能：132120	剩餘產能：79120
機台 5	O[1,3,5,1]=500	O[2,2,5,2]=228 O[1,2,5,2]=58 O[2,3,5,2]=1 O[3,1,5,2]=1	O[3,3,5,3]=109 O[2,1,5,3]=40 O[1,3,5,3]=32	O[1,2,5,4]=1 O[2,1,5,4]=1	O[1,2,5,5]=141
	剩餘產能：17200	剩餘產能：49680	剩餘產能：39520	剩餘產能：321820	剩餘產能：116820

註：O[s,l,j,t]為 $O_{s,l,j,t}$

表 4-25 非指定製程訂單配置表

d[s,l,t]	HPS	ODF
d[2,2,1]=300	U[1,2,2,1]=300	
d[1,2,2]=250	U[1,1,2,2]=192	U[2,1,2,2]=58
d[2,3,2]=200	U[1,2,3,2]=91	U[2,2,3,2]=109
d[1,3,3]=250	U[1,1,3,3]=216	U[2,1,3,3]=34
d[1,2,4]=250	U[1,1,2,4]=180	U[2,1,2,4]=70
d[2,1,4]=250		U[2,2,1,4]=250
d[3,2,4]=250	U[1,3,2,4]=250	
d[1,1,5]=250	U[1,1,1,5]=69	U[2,1,1,5]=181
d[1,3,5]=250	U[1,1,3,5]= 50	U[2,1,3,5]=250
d[3,3,5]=250	U[1,3,3,5]=250	

註：U[p,s,l,t]為 $U_{p,s,l,t}$

4.2.3 修正次瓶頸工作站之排程

本節根據 4.2.2 節「重點工作站排程求解機制」所求解出之次瓶頸排程進行修正。吾人將附錄 2-1 重點工作站排程求解結果之當期生產對應變數 ($\alpha h_{s,l,n,t}, \alpha o_{l,n,t}$) 做為已知參數 ($ash_{s,l,n,t}, ao_{l,n,t}$) 之資訊代入 3.3.3.2 節「修正次瓶頸排程模式」以 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體之進行求解。根據 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體之求解結果，吾人將排程結果彙整於表 4-26 至表 4-29。

➤ 目標式之計算

吾人根據表 4-27 與表 4-29 修正後液晶灌入站與液晶滴入站跨期免整備變數代入式 3-67 即可求得目標值。

$$\begin{aligned}
 &Max \sum_{j=1}^9 \sum_{t=1}^5 \beta h_{j,t} + \sum_{j=1}^5 \sum_{t=1}^5 \beta o_{j,t} \\
 &= \beta h_{1,1} + \beta h_{1,2} + \dots + \beta h_{9,5} + \beta o_{1,1} + \beta o_{1,2} + \dots + \beta o_{5,5} \\
 &= 36
 \end{aligned}
 \tag{式 4-36}$$

依式 4-36 之求算結果，吾人可知修正後之次瓶頸工作站跨期免整備之總數為 36 次。

吾人根據附錄 2-1 重點工作站排程求解結果之當期生產對應變數 $(\alpha h_{s,l,n,t}, \alpha o_{l,n,t})$ 做為已知參數 $(ash_{s,l,n,t}, ao_{l,n,t})$ 之資訊，將液晶灌入站生產對應之參數 $(ash_{s,l,n,t})$ 代入式 3-68 至式 3-72 跨期免整備之限制式，即求得更新後跨期免整備之機會 $(\gamma h_{s,l,n,t})$ ，如表 4- 26 所示。將液晶滴入站生產對應之參數 $(ao_{l,n,t})$ 代入式 3-75 至式 3-79 跨期免整備之限制式，即求得更新後跨期免整備之機會 $(\gamma o_{l,n,t})$ ，如表 4- 28 所示。由於跨期避免整備限制式概念同 3.3.2.3 「重點工作站排程求解模式」，因此吾人將不再代入限制式以做檢驗。



表 4-26 液晶灌入站修正後跨期是否產生避免整備機會之對應表

	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	$\text{gammah}[1,3,1,2]=1$	$\text{gammah}[1,2,1,3]=1$		
機台 2	$\text{gammah}[2,3,2,2]=1$	$\text{gammah}[3,3,2,3]=1$	$\text{gammah}[1,3,2,4]=1$	
機台 3	$\text{gammah}[1,1,3,2]=1$	$\text{gammah}[3,2,3,3]=1$	$\text{gammah}[2,3,3,4]=1$	
機台 4	$\text{gammah}[3,2,4,2]=1$	$\text{gammah}[2,1,4,3]=1$	$\text{gammah}[2,1,4,4]=1$	$\text{gammah}[1,1,4,5]=1$
機台 5	$\text{gammah}[2,2,5,2]=1$		$\text{gammah}[2,1,5,4]=1$	$\text{gammah}[1,1,5,5]=1$
機台 6			$\text{gammah}[1,2,6,4]=1$	
機台 7				
機台 8		$\text{gammah}[1,3,8,3]=1$	$\text{gammah}[1,2,8,4]=1$	
機台 9				

註： $\text{gammah}[s,l,j,t]$ 為 $\gamma h_{s,l,j,t}$

表 4-27 液晶灌入站修正後跨期是否避免整備之對應表

	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	$\text{betah}[1,2]=1$	$\text{betah}[1,3]=1$		
機台 2	$\text{betah}[2,2]=1$	$\text{betah}[2,3]=1$	$\text{betah}[2,4]=1$	
機台 3	$\text{betah}[3,2]=1$	$\text{betah}[3,3]=1$	$\text{betah}[3,4]=1$	
機台 4	$\text{betah}[4,2]=1$	$\text{betah}[4,3]=1$	$\text{betah}[4,4]=1$	$\text{betah}[4,5]=1$
機台 5	$\text{betah}[5,2]=1$		$\text{betah}[5,4]=1$	$\text{betah}[5,5]=1$
機台 6			$\text{betah}[6,4]=1$	
機台 7				
機台 8		$\text{betah}[8,3]=1$	$\text{betah}[8,4]=1$	
機台 9				

註： $\text{betah}[j,t]$ 為 $\beta h_{j,t}$

表 4-28 液晶滴入站更新後跨期是否產生避免整備機會之對應表

	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1		$\gamma_{1,1,3}=1$	$\gamma_{3,1,4}=1$	$\gamma_{1,1,5}=1$
機台 2	$\gamma_{2,2,2}=1$	$\gamma_{3,2,3}=1$	$\gamma_{3,2,4}=1$	$\gamma_{1,2,5}=1$
機台 3	$\gamma_{3,3,2}=1$	$\gamma_{1,3,3}=1$	$\gamma_{3,3,4}=1$	$\gamma_{2,3,5}=1$
機台 4	$\gamma_{1,4,2}=1$	$\gamma_{3,4,3}=1$	$\gamma_{2,4,4}=1$	$\gamma_{1,4,5}=1$
機台 5	$\gamma_{3,5,2}=1$	$\gamma_{1,5,3}=1$		$\gamma_{2,5,5}=1$

註： $\gamma_{l,j,t}$ 為 $\gamma_{l,j,t}$

表 4-29 液晶滴入站修正後跨期是否避免整備之對應表

	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1		$\beta_{1,3}=1$	$\beta_{1,4}=1$	$\beta_{1,5}=1$
機台 2	$\beta_{2,2}=1$	$\beta_{2,3}=1$	$\beta_{2,4}=1$	$\beta_{2,5}=1$
機台 3	$\beta_{3,2}=1$	$\beta_{3,3}=1$	$\beta_{3,4}=1$	$\beta_{3,5}=1$
機台 4	$\beta_{4,2}=1$	$\beta_{4,3}=1$	$\beta_{4,4}=1$	$\beta_{4,5}=1$
機台 5	$\beta_{5,2}=1$	$\beta_{5,3}=1$		$\beta_{5,5}=1$

註： $\beta_{l,j,t}$ 為 $\beta_{l,j,t}$

4.3 可允諾機制之執行過程與規劃結果

重點工作站規劃機制所求出的結果為已接單產品與預測式產品的排程，因此須將預測式產品列出以做為可允諾量，並針對實際來臨之訂單進行規劃。

4.3.1 可允諾模組

Step1：彙整可允諾量、可允諾產能、當期生產對應之參數

吾人將 4.2.2 「重點工作站規劃機制」所求解之變數結果列為已知參數，包含：(1)可允諾量；(2)可允諾產能；(3)當期是否生產該種產品別。整理於表 4-30、表 4-31、表 4-32、表 4-33 與表 4-34。

(1) 可允諾量

表 4-30 各期可允諾量表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
指定 HPS 製程	$patp[1,1,1,1]=250$	$patp[1,2,1,2]=300$		$patp[1,2,3,4]=280$	$patp[1,1,1,5]=250$ $patp[1,2,3,5]=250$
指定 ODF 製程		$patp[2,1,3,2]=200$	$patp[2,1,1,3]=250$	$patp[2,3,1,4]=250$	$patp[2,3,3,5]=250$
非指定製程		$atp[2,3,2]=250$		$atp[1,2,4]=250$ $atp[2,1,4]=250$	$atp[1,1,5]=250$

註： $patp[p,s,l,t]$ 為 $patp_{p,s,l,t}$
 $atp[s,l,t]$ 為 $atp_{s,l,t}$

(2) 可允諾產能

表 4- 31 各期配向膜塗佈站可允諾產能表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	ctp[1,1]=8424	ctp[1,2]=576	ctp[1,3]=2736	ctp[1,4]=2736	ctp[1,5]=76320
機台 2	ctp[2,1]=86040	ctp[2,2]=576	ctp[2,3]=44064	ctp[2,4]=70272	ctp[2,5]=82368
機台 3	ctp[3,1]=4392	ctp[3,2]=576	ctp[3,3]=792	ctp[3,4]=720	ctp[3,5]=720
機台 4	ctp[4,1]=2376	ctp[4,2]=5616	ctp[4,3]=4752	ctp[4,4]=720	ctp[4,5]=720
機台 5	ctp[5,1]=360	ctp[5,2]=5688	ctp[5,3]=55152	ctp[5,4]=720	ctp[5,5]=223488

註：ctp[j,t]為 $ctp_{j,t}$

表 4- 32 各期液晶灌入站可允諾產能表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	ctp[1,1]=261600	ctp[1,2]=25080	ctp[1,3]=8320	ctp[1,4]=12420	ctp[1,5]=4320
機台 2	ctp[2,1]=10200	ctp[2,2]=9280	ctp[2,3]=19020	ctp[2,4]=30520	ctp[2,5]=328320
機台 3	ctp[3,1]=261600	ctp[3,2]=5680	ctp[3,3]=12020	ctp[3,4]=34920	ctp[3,5]=328320

註：ctp[j,t]為 $ctp_{j,t}$

表 4-32 各期液晶灌入站可允諾產能表(續)

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 4	ctp[4,1]=11900	ctp[4,2]=15980	ctp[4,3]=4320	ctp[4,4]=217120	ctp[4,5]=34320
機台 5	ctp[5,1]=644700	ctp[5,2]=329880	ctp[5,3]=12020	ctp[5,4]=191520	ctp[5,5]=12820
機台 6	ctp[6,1]=10200	ctp[6,2]=5880	ctp[6,3]=273120	ctp[6,4]=25720	ctp[6,5]=8520
機台 7	ctp[7,1]=11900	ctp[7,2]=492480	ctp[7,3]=56920	ctp[7,4]=314220	ctp[7,5]=17220
機台 8	ctp[8,1]=792800	ctp[8,2]=199280	ctp[8,3]=127020	ctp[8,4]=49020	ctp[8,5]=25920
機台 9	ctp[9,1]=155200	ctp[9,2]=10580	ctp[9,3]=328320	ctp[9,4]=2720	ctp[9,5]=328320

註：ctp[j,t]為 $ctp_{j,t}$

表 4-33 各期液晶滴入站可允諾產能表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	ctp[1,1]=820800	ctp[2,1]=475380	ctp[3,1]=78620	ctp[4,1]=220	ctp[5,1]=168820
機台 2	ctp[1,2]=65700	ctp[2,2]=2380	ctp[3,2]=326720	ctp[4,2]=6260	ctp[5,2]=315020
機台 3	ctp[1,3]=335600	ctp[2,3]=1380	ctp[3,3]=2520	ctp[4,3]=177120	ctp[5,3]=321820
機台 4	ctp[1,4]=391600	ctp[2,4]=448780	ctp[3,4]=321620	ctp[4,4]=132120	ctp[5,4]=79120
機台 5	ctp[1,5]=17200	ctp[2,5]=53280	ctp[3,5]=39520	ctp[4,5]=321820	ctp[5,5]=116820

註：ctp[j,t]為 $ctp_{j,t}$

(3) 當期是否生產該種產品別

吾人將表 4- 21 之變數 $as[p,s,j,t]$ 均轉換為已知參數 $as[p,s,j,t]$ 。

表 4- 34 各產品別是否生產($as_{p,s,j,t}$)參數對應表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	$as[1,2,1,1]=1$	$as[1,2,1,2]=1$	$as[1,2,1,3]=1$	$as[1,2,1,4]=1$	$as[1,2,1,5]=1$
機台 2	$as[1,3,2,1]=1$	$as[1,3,2,2]=1$	$as[1,3,2,3]=1$	$as[1,3,2,4]=1$	$as[1,3,2,5]=1$
機台 3	$as[2,3,3,1]=1$	$as[2,3,3,2]=1$	$as[2,1,3,3]=1$ $as[2,3,3,3]=1$	$as[2,1,3,4]=1$	$as[2,1,3,5]=1$
機台 4	$as[1,1,4,1]=1$	$as[1,1,4,2]=1$	$as[1,1,4,3]=1$	$as[1,1,4,4]=1$	$as[1,1,4,5]=1$
機台 5	$as[2,1,5,1]=1$	$as[2,1,5,2]=1$ $as[2,2,5,2]=1$	$as[2,2,5,3]=1$	$as[2,2,5,4]=1$	$as[2,2,5,5]=1$

註： $as[p,s,j,t]$ 為 $as_{p,s,j,t}$

Step2 數量允諾規劃

吾人根據表 4- 8、表 4- 9 與表 4- 10 等實際訂單之資訊，與表 4- 30 各期可允諾量進行沖銷。沖銷後，吾人整理出表 4- 35 未滿足訂單之資訊與表 4- 36 更新後之可允諾量。以表 4- 8 指定 HPS 製程第一期產品尺寸 1(s1) 且液晶種類 1(l1) 之產品為例，代入式 3-82 可求得：

$$\begin{aligned} patp_{1,1,1,5} &= patp_{1,1,1,5} - dp_{1,1,1,5} \\ &= patp_{1,1,1,5} = 250 - 280 = -30 \end{aligned} \quad \text{式 4- 37}$$

依式 4- 37 之求算結果，吾人可求得沖銷指定 HPS 製程後之可允諾量為-30，表示可允諾量無法滿足實際訂單之需求。須進行產能允諾規劃新增產量以滿足之。

非指定製程之沖銷，以表 4- 10 非指定製程第四期產品尺寸 2(s2) 且液晶種類 1(l1) 之產品為例，代入式 3-83 可求得：

$$\begin{aligned} atp_{2,1,4} &= atp_{2,1,4} - d_{2,1,4} \\ &= atp_{2,1,4} = 250 - 200 = 50 \end{aligned} \quad \text{式 4- 38}$$

依式 4- 38 之求算結果，吾人可求得沖銷非指定製程後之可允諾量為 50，表示可允諾量可滿足實際訂單之需求，且尚有足夠之可允諾量可滿足未來來臨之需求。

進行數量允諾規劃後須針對表 4- 35 未滿足訂單之資訊進行產能允諾規劃，以新增產量滿足未能滿足之實際訂單。

表 4-35 未滿足訂單表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
指定 HPS 製程					patp[1,1,1,5]=-30
指定 ODF 製程				patp[2,2,3,4]=-100	
非指定 製程		atp[2,3,2]=-50		atp[1,2,4]=-50	

表 4-36 各期更新後可允諾量表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
指定 HPS 製程					
指定 ODF 製程					patp[2,3,3,5]=100
非指定 製程				atp[2,1,4]=50	

註：patp[p,s,l,t] 為 $patp_{p,s,l,t}$
atp[s,l,t] 為 $atp_{s,l,t}$

Step3 產能允諾規劃

本步驟將表 4-31、表 4-32、表 4-33 等重點工作站可用產能資訊與表 4-34 各期生產參數與表 4-35 未能滿足之訂單需求代入 3.4.1.2 節中之新增產量模式以 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體進行求解。根據 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體之求解結果，吾人將排程結果彙整於表 4-38，其餘求解結果將列於附錄 2-2「新增產量模式求解結果」。

➤ 目標式之計算

吾人根據表 4-34 各期生產參數與附錄 2-2 配向膜塗佈站生產變數代入式 3-84 即可求得新增產量模式所需最小整備次數。以第一期生產之產品為例，將所生產之產品別代入式 3-84 可求得：

$$\begin{aligned}
 & \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{j_1=1}^{J_1} \sum_{t=1}^1 \left[(1 - as_{p,s,j_1}) \times (1 + bp_{j_1} \times bp_{j_2} \times (1 - yp_{j_1})) \times \alpha p_{p,s,j_1} \right] \\
 &= \left[(1 - as_{1,2,1,1}) \times (1 + bp_{1,1} \times bp_{1,2} \times (1 - yp_{1,1})) \times \alpha p_{1,2,1,1} \right] \\
 &+ \left[(1 - as_{1,1,4,1}) \times (1 + bp_{1,1} \times bp_{1,2} \times (1 - yp_{1,1})) \times \alpha p_{1,1,4,1} \right] \\
 &+ \left[(1 - as_{2,2,2,1}) \times (1 + bp_{2,1} \times bp_{2,2} \times (1 - yp_{2,1})) \times \alpha p_{2,2,2,1} \right] \\
 &= \left[(1 - 1) \times (1 + 0 \times 1 \times (1 - 0)) \times 1 \right] + \left[(1 - 1) \times (1 + 0 \times 1 \times (1 - 0)) \times 1 \right] \\
 &+ \left[(1 - 0) \times (1 + 0 \times 1 \times (1 - 0)) \times 1 \right] = 0 + 0 + 1 = 1
 \end{aligned}
 \tag{式 4-39}$$

依式 4-39 之求解結果，吾人可求算出第一期之整備次數為 1 次，以此類推，新增產量將增加整備次數 6 次，如表 4-37 所示。

➤ 重點工作站之剩餘可用產能

吾人根據表 4-34 各期生產參數、表 4-38 各期產出結果與附錄 2-2 生產變數，代入式 3-85 可求得配向膜塗佈站之剩餘可用產能。以第一期機台 2 為例，將其代入式 3-85 即可求得：

$$L_{2,1} + ppt_{p,s,l} \times \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \sum_{d=1}^2 P_{p,s,l,2,d,1} +$$

$$st_2 \times \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \left[(1 - as_{p,s,2,1}) \times (1 + bp_{2,1} \times bp_{2,2} \times (1 - yp_{2,1})) \times \alpha p_{p,s,2,1} \right] = ctp_{2,1} \quad \text{式 4-40}$$

$$= L_{2,1} + 1008 \times (42 + 21) + 9000 \times [(1 - 0) \times (1 + 0 \times 1 \times (1 - 0)) \times 1] = 86040$$

$$= L_{2,1} = 13536(\text{秒})$$

依式 4-40 之求解結果，吾人可求解出配向膜塗佈第一期機台 2 之剩餘可用產能為 13536 秒，如表 4-39 所示。

表 4-37 新增產量所需整備次數表

	各規劃週期所需整備次數
t=1	1
t=2	0
t=3	2
t=4	1
t=5	1

表 4-38 產能允諾規劃產出結果表

最佳解：6(單位：次)		
變數個數：	限制式個數：	求解時間：
4100	3299	0.17 秒
HPS 製程產出		ODF 製程產出
t=1	P[1,2,3,1,2,1]=8 P[1,1,2,4,4,1]=2	P[2,2,3,2,2,1]=42 P[2,2,3,2,4,1]=21
t=2	P[1,1,2,4,4,2]=5	P[2,1,2,5,4,2]=5
t=3	P[1,1,2,4,4,3]=4	P[2,2,3,2,4,3]=25 P[2,2,3,5,4,3]=54

t=4	P[1,1,2,2,4,4]=34	
t=5	P[1,1,1,5,5,5]=30	

註： $P[p,s,l,j,d,t]$ 為 $P_{p,s,l,j,d,t}$

表 4- 39 配向膜塗佈站各期剩餘可用產能表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	L[1,1]=360	L[1,2]=576	L[1,3]=2736	L[1,4]=2736	L[1,5]=76320
機台 2	L[2,1]=13536	L[2,2]=576	L[2,3]=864	L[2,4]=18000	L[2,5]=82368
機台 3	L[3,1]=4392	L[3,2]=576	L[3,3]=792	L[3,4]=720	L[3,5]= 720
機台 4	L[4,1]=360	L[4,2]=576	L[4,3]=720	L[4,4]=720	L[4,5]=720
機台 5	L[5,1]=360	L[5,2]=648	L[5,3]=720	L[5,4]=720	L[5,5]=184248

註： $L[j,t]$ 為 $L_{j,t}$

其餘限制式均與 3.3.2.3 重點工作站排程求解模式相同，因此吾人將規劃結果彙整於附錄 2-2 「新增產量模式求解結果」。

4.3.2 重排程模組

前一案例可透過產能允諾規劃滿足實際訂單之需求，因此吾人將另設一案例為產能允諾規劃無法滿足之實際訂單需求情境，如表 4- 40、表 4- 41 與表 4- 42 所示。吾人根據未能滿足之實際訂單需求，凍結重點工作站中已接單產品的排程，重新對實際訂單進行規劃以滿足未能滿足之訂單需求。

(1) 指定 HPS 製程實際訂單

表 4- 40 指定 HPS 製程實際訂單需求表 單位：卡匣

訂單 編號	訂單 交期 (日)	10.4 吋 一般	10.4 吋 中高	10.4 吋 高	13.3 吋 一般	13.3 吋 中高	13.3 吋 高	15.4 吋 一般	15.4 吋 中高	15.4 吋 高

1	10	250								
2	16					300			250	
3	20									
4	24						280			
5	28	280								

(2) 指定 ODF 製程實際訂單

表 4-41 指定 ODF 製程實際訂單需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10									
2	16			200						
3	20	350								
4	24						100			250
5	28									150

(3) 無指定製程實際訂單

表 4-42 無指定製程實際訂單需求表 單位：卡匣

訂單編號	訂單交期(日)	10.4吋一般	10.4吋中高	10.4吋高	13.3吋一般	13.3吋中高	13.3吋高	15.4吋一般	15.4吋中高	15.4吋高
1	10									
2	16						150			
3	20									
4	24			250	200					
5	28	250								

Step1 彙整已接訂單之排程

根據重點工作站規劃機制，吾人先彙整出已接訂單之排程以進行可允諾產能之計算，表 4-43、表 4-44 與表 4-45 為重點工作站已接訂單之排程。

Step2 更新已接訂單之排程中當期生產對應之參數($as_{p,s,j,t}$)

吾人根據表 4-43、表 4-44 與表 4-45 已接訂單之排程，將已接訂單之

排程中當期生產對應之變數更新為已接訂單是否生產該項產品別之參數。以在執行重排程機制時，分析新增產量是否需要額外的整備。表 4-46、表 4-47 與表 4-48 為重點工作站更新後是否生產該項產品別之參數對應表。

Step3 重新計算可允諾產能

吾人將表 4-43 與表 4-46 之生產資訊代入式 3-104 即可計算可允諾產能，以第二期配向膜塗佈站機台 1 為例：

$$\begin{aligned}
 ctp_{1,2} &= cap_{1,2} - \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L (ppt_{p,s,l} \times \sum_{d=1}^t P_{p,s,l,d,2}) + st_2 \times \sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S (as_{p,s,1,2} - bp_{1,2}) \\
 &= ctp_{1,2} = 492480 - 1008 \times (63 + 24) + 9000 \times (1 - 1) = 404784(\text{秒})
 \end{aligned}
 \tag{式 4-41}$$

依式 4-41 之求算結果，吾人可計算出第二期配向膜塗佈站機台 1 之可允諾產能為 404784 秒，以此類推，將可計算出重點工作站之可允諾產能，如表 4-49、表 4-50 與表 4-51 所示。

Step4 執行重排程機制

本步驟將根據表 4-46 至表 4-51 之生產資訊與表 4-40、表 4-41 與表 4-42 實際訂單資訊代入 3.4.2.2 節「重排程機制」，以 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體進行求解。根據 I-LOG OPL Studio 5.3.1 軟體之求解，吾人將排程結果彙整於表 4-52，其餘求解結果將列於附錄 2-3。

➤ 目標式之計算

吾人根據表 4-53 配向膜塗佈站各機台各期利用率差異代入式 3-105 即可求得重排程後各機台利用率與重排程前配向膜塗佈站平均利用率之差異總和。

$$\begin{aligned}
 \sum_{j_1=1}^{J_1} \sum_{t=1}^T (U_{j_1,t}^+ + U_{j_1,t}^-) &= (0.0746 + 0.0739 + 0.0729 + 0.0172 + 0.0174 + 0.0746 \\
 &+ 0.0718 + 0.0022 + 0.0022 + 0.0051 + 0.0745 + 0.0743 + 0.0702 + 0.036 + 0.0698 \\
 &+ 0.0746 + 0.0739 + 0.0145 + 0.0022 + 0.0022 + 0.0746 + 0.0737 + 0.0022 + 0.0729 \\
 &+ 0.112) = 1.1402 = 114.02(\%)
 \end{aligned}
 \tag{式 4-42}$$

如式 4-42 所示，執行重排程機制後，瓶頸配向膜塗佈站各期各機台與

重排程前平均利用率的差異，其加總為 114.02(%)。

► 利用率之計算

吾人根據表 4- 13 中配向膜塗佈站各期可用產能與 3.3.2.3 節重點工作站排程求解模式中表 4- 20 配向膜塗佈站剩餘可用產能代入式 3-107 即可求得配向膜塗佈站之平均利用率(au)。

$$\begin{aligned}
 au &= \frac{\sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t=1}^T \left(\frac{cap_{j,t} - L_{j,t}}{cap_{j,t}} \right)}{Jp \times T} = \frac{\frac{cap_{1,1} - L_{1,1}}{cap_{1,1}} + \frac{cap_{1,2} - L_{1,2}}{cap_{1,2}} + \dots}{5 \times 5} \\
 &= \frac{\frac{820800 - 8424}{820800} + \frac{492480 - 2736}{492480} + \dots}{5 \times 5} = au = 0.9249 = 92.49(\%)
 \end{aligned}
 \tag{式 4- 43}$$

依式 4- 43 之求算結果，吾人可計算出重排程前配向膜塗佈站之平均利用率為 92.49%。因此，吾人根據表 4- 13 中配向膜塗佈站各期可用產能與附錄 2-3 重排程模式之求解結果中之配向膜塗佈站剩餘可用產能與平均利用率(au)代入式 3-106 即可求得重排程後與重排程前平均利用率之差異。以第一期配向膜塗佈站機台 1 為例：

$$\begin{aligned}
 U_{1,1}^+ - U_{1,1}^- &= \frac{cap_{1,1} - L_{1,1}}{cap_{1,1}} - au = U_{1,1}^+ - U_{1,1}^- = \frac{820800 - 360}{820800} - 0.9249 \\
 &= U_{1,1}^+ = 0.0746 = 7.46(\%)
 \end{aligned}
 \tag{式 4- 44}$$

如式 4- 44 所示，機台 1 於重排程後與配向膜塗佈站平均利用率差異為正差異 7.46(%)，以此類推，可求算出各期各機台之利用率差異，如表 4- 53 所示。

表 4-43 配向膜途佈站已接訂單之排程表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	P[1,2,2,1,1,1]=300 P[1,2,3,1,1,1]=260 P[1,2,2,1,2,1]=137 P[1,2,3,1,3,1]=100	P[1,2,2,1,2,2]=63 P[1,2,3,1,3,2]=24	P[1,2,3,1,3,3]=126		P[1,2,3,1,5,5]=250
機台 2	P[1,3,3,2,1,1]=300 P[1,3,2,2,1,1]=250 P[1,3,3,2,3,1]=66	P[1,3,1,2,2,2]=200 P[1,3,3,2,3,2]=142	P[1,3,2,2,3,3]=230 P[1,3,3,2,3,3]=52	P[1,3,2,2,4,4]=250 P[1,3,3,2,5,4]=6	P[1,3,3,2,5,5]=63
機台 3	P[2,3,2,3,1,1]=250 P[2,3,2,3,3,1]=250 P[2,3,3,3,2,1]=162	P[2,3,3,3,2,2]=238	P[2,1,3,3,3,3]=34	P[2,1,3,3,5,4]=198 P[2,1,2,3,5,4]=58	P[2,1,1,3,5,5]=181 P[2,1,2,3,5,5]=142 P[2,1,3,3,5,5]=2
機台 4	P[1,1,2,4,1,1]=300 P[1,1,3,4,3,1]=216 P[1,1,3,4,2,1]=36	P[1,1,3,4,2,2]=264 P[1,1,2,4,2,2]=192	P[1,1,2,4,3,3]=200 P[1,1,3,4,4,3]=100	P[1,1,3,4,4,4]=150	P[1,1,3,4,5,5]=50
機台 5	P[2,1,1,5,1,1]=300 P[2,1,3,5,1,1]=300	P[2,1,2,5,2,2]=58 P[2,2,2,5,2,2]=232	P[2,2,1,5,3,3]=250 P[2,2,1,5,4,3]=19 P[2,2,2,5,5,3]=2	P[2,2,1,5,4,4]=231 P[2,2,2,5,5,4]=94	P[2,2,2,5,5,5]=104

註： $P[p,s,l,j,d,t]$ 為 $P_{p,s,l,j,d,t}$

表 4- 44 液晶灌入站預測式產品之排程表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	H[1,3,1,1]=252	H[1,2,1,2]=6 H[1,3,1,2]=5 H[3,3,1,2]=132 H[2,2,1,2]=5 H[3,1,1,2]=5	H[1,2,1,3]=122 H[2,3,1,3]=6	H[3,2,1,4]=126	H[2,3,1,5]=107 H[1,3,1,5]=35
機台 2	H[2,3,2,1]=360	H[1,2,2,2]=180 H[2,3,2,2]=5 H[3,1,2,2]=5 H[3,3,2,2]=5	H[1,3,2,3]=95 H[3,3,2,3]=41	H[1,3,2,4]=5	
機台 3		H[2,3,3,2]=1 H[1,3,3,2]=84 H[1,2,3,2]=6 H[2,2,3,2]=5 H[3,1,3,2]=5	H[3,2,3,3]=101 H[2,3,3,3]=6 H[3,3,3,3]=5	H[1,3,3,4]=5 H[2,3,3,4]=1	
機台 4	H[3,2,4,1]=250	H[1,3,4,2]=42		H[3,2,4,4]=12 H[1,3,4,4]=5 H[3,3,4,4]=6	H[1,3,4,5]=5 H[2,3,4,5]=5
機台 5	H[2,2,5,1]=77	H[2,2,5,2]=53 H[2,3,5,2]=18	H[3,2,5,3]=113 H[3,3,5,3]=6	H[1,3,5,4]=5 H[3,2,5,4]=5	H[3,3,5,5]=125 H[1,3,5,5]=5
機台 6	H[2,2,6,1]=360		H[1,2,6,3]=12 H[3,2,6,3]=11	H[3,2,6,4]=107 H[1,3,6,4]=5	
機台 7	H[3,3,7,1]=354		H[2,3,7,3]=114 H[3,2,7,3]=5		H[2,3,7,5]=138
機台 8	H[3,3,8,1]=12	H[1,3,8,2]=132	H[1,2,8,3]=66 H[1,3,8,3]=5		H[3,3,8,5]=119 H[1,3,8,5]=5
機台 9	H[1,2,9,1]=300	H[3,1,9,2]=185 H[3,3,9,2]=5		H[1,3,9,4]=5	H[2,3,9,5]=16

註：H[s,l,j,t]為 $H_{s,l,j,t}$

表 4-45 液晶滴入站預測式產品之排程表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1		O[2,2,1,2]=1	O[1,3,1,3]=1 O[2,2,1,3]=1	O[2,1,1,4]=227 O[1,2,1,4]=1 O[1,3,1,4]=1	O[2,2,1,5]=103
機台 2	O[3,2,2,1]=500	O[3,3,2,2]=195 O[2,2,2,2]=1		O[1,3,2,4]=195 O[1,2,2,4]=1 O[2,1,2,4]=1	O[1,3,2,5]=2 O[2,2,2,5]=1
機台 3	O[3,3,3,1]=162	O[3,3,3,2]=22 O[2,2,3,2]=1	O[2,1,3,3]=229 O[1,3,3,3]=1	O[2,2,3,4]=94 O[1,3,3,4]=1 O[2,1,3,4]=1	O[1,2,3,5]=1
機台 4	O[1,1,4,1]=300	O[3,3,4,2]=21 O[2,2,4,2]=1	O[2,2,4,3]=1	O[1,2,4,4]=55 O[1,3,4,4]=1 O[2,1,4,4]=1	
機台 5	O[1,3,5,1]=300	O[2,2,5,2]=228 O[1,2,5,2]=58	O[2,1,5,3]=40 O[1,3,5,3]=32	O[1,2,5,4]=1 O[2,1,5,4]=1	O[1,2,5,5]=141

註：O[s,l,j,t]為 $O_{s,l,j,t}$

表 4-46 配向膜塗佈站是否生產對應表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	as[1,2,1,1]=1	as[1,2,1,2]=1	as[1,2,1,3]=1		as[1,2,1,5]=1
機台 2	as[1,3,2,1]=1	as[1,3,2,2]=1	as[1,3,2,3]=1	as[1,1,2,4]=1	as[1,1,2,5]=1
機台 3	as[2,3,3,1]=1	as[2,3,3,2]=1	as[2,1,3,3]=1 as[2,3,3,3]=1	as[2,1,3,4]=1	as[2,1,3,5]=1
機台 4	as[1,1,4,1]=1	as[1,1,4,2]=1	as[1,1,4,3]=1	as[1,1,4,4]=1	as[1,1,4,5]=1
機台 5	as[2,1,5,1]=1	as[2,1,5,2]=1 as[2,2,5,2]=1	as[2,2,5,3]=1	as[2,2,5,4]=1	as[2,2,5,5]=1

註：as[p,s,j,t]為 $as_{p,s,j,t}$

表 4-47 液晶灌入站是否生產對應表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	ash[1,3,1,1]=1	ash[1,2,1,2]=1 ash[1,3,1,2]=1 ash[2,2,1,2]=1 ash[3,1,1,2]=1 ash[3,3,1,2]=1	ash[1,2,1,3]=1 ash[2,3,1,3]=1	ash[3,2,1,4]=1	ash[1,3,1,5]=1 ash[2,3,1,5]=1
機台 2	ash[2,3,2,1]=1	ash[1,2,2,2]=1 ash[2,3,2,2]=1 ash[3,1,2,2]=1 ash[3,3,2,2]=1	ash[1,3,2,3]=1 ash[3,3,2,3]=1	ash[1,3,2,4]=1	
機台 3		ash[1,2,3,2]=1 ash[1,3,3,2]=1 ash[2,2,3,2]=1 ash[2,3,3,2]=1 ash[3,1,3,2]=1 ash[3,2,3,2]=1	ash[1,1,3,3]=1 ash[2,1,3,3]=1 ash[2,3,3,3]=1 ash[3,2,3,3]=1 ash[3,3,3,3]=1	ash[1,3,3,4]=1	
機台 4	ash[3,2,4,1]=1	ash[1,3,4,2]=1	ash[2,1,4,3]=1	ash[1,3,4,4]=1 ash[3,2,4,4]=1 ash[3,3,4,4]=1	ash[1,3,4,5]=1 ash[2,3,4,5]=1
機台 5	ash[2,2,5,1]=1	ash[2,2,5,2]=1 ash[2,3,5,2]=1	ash[3,2,5,3]=1 ash[3,3,5,3]=1	ash[1,3,5,4]=1 ash[3,2,5,4]=1	ash[1,3,5,5]=1 ash[3,3,5,5]=1
機台 6	ash[2,2,6,1]=1		ash[1,2,6,3]=1 ash[3,2,6,3]=1	ash[1,3,6,4]=1 ash[3,2,6,4]=1	
機台 7	ash[3,3,7,1]=1		ash[2,3,7,3]=1 ash[3,2,7,3]=1		ash[2,3,7,5]=1
機台 8	ash[3,3,8,1]=1	ash[1,3,8,2]=1	ash[1,2,8,3]=1 ash[1,3,8,3]=1		ash[1,3,8,5]=1 ash[3,3,8,5]=1
機台 9	ash[1,2,9,1]=1	ash[3,1,9,2]=1 ash[3,3,9,2]=1		ash[1,3,9,4]=1	

註：ash[s,l,j,t]為 $ash_{s,l,j,t}$

表 4-48 液晶滴入站是否生產對應表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1		aso[2,1,2]=1	aso[2,1,3]=1 aso[3,1,3]=1	aso[1,1,4]=1 aso[2,1,4]=1 aso[3,1,4]=1	aso[2,1,5]=1
機台 2	aso[2,2,1]=1	aso[2,2,2]=1 aso[3,2,2]=1		aso[1,2,4]=1 aso[2,2,4]=1 aso[3,2,4]=1	aso[2,2,5]=1 aso[3,2,5]=1
機台 3	aso[3,3,1]=1	aso[2,3,2]=1 aso[3,3,2]=1	aso[1,3,3]=1 aso[3,3,3]=1	aso[1,3,4]=1 aso[2,3,4]=1 aso[3,3,4]=1	aso[2,3,5]=1
機台 4	aso[1,4,1]=1	aso[2,4,2]=1 aso[3,4,2]=1	aso[2,4,3]=1	aso[1,4,4]=1 aso[2,4,4]=1 aso[3,4,4]=1	
機台 5	aso[3,5,1]=1	aso[2,5,2]=1	aso[1,5,3]=1 aso[3,5,3]=1	aso[1,5,4]=1 aso[2,5,4]=1	aso[2,5,5]=1

註：aso[l,j,t]為 $aso_{l,j,t}$

表 4- 49 各期配向膜塗佈站可允諾產能表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	ctp[1,1]=8424	ctp[1,2]=404784	ctp[1,3]=201312	ctp[1,4]=328320	ctp[1,5]=76320
機台 2	ctp[2,1]=190872	ctp[2,2]=147744	ctp[2,3]=44064	ctp[2,4]=70272	ctp[2,5]=82368
機台 3	ctp[3,1]=141480	ctp[3,2]=256392	ctp[3,3]=284832	ctp[3,4]=70272	ctp[3,5]=183168
機台 4	ctp[4,1]=255384	ctp[4,2]=32832	ctp[4,3]=25920	ctp[4,4]=177120	ctp[4,5]=277920
機台 5	ctp[5,1]=207000	ctp[5,2]=191160	ctp[5,3]=55152	ctp[5,4]=720	ctp[5,5]=223488

註：ctp[j,t]為 $ctp_{j,t}$

表 4- 50 各期液晶灌入站可允諾產能表

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	ctp[1,1]=261600	ctp[1,2]=134880	ctp[1,3]=34920	ctp[1,4]=40020	ctp[1,5]=4320
機台 2	ctp[2,1]=10200	ctp[2,2]=50780	ctp[2,3]=19020	ctp[2,4]=315020	ctp[2,5]=328320
機台 3	ctp[3,1]=802800	ctp[3,2]=249280	ctp[3,3]=67020	ctp[3,4]=300320	ctp[3,5]=328320
機台 4	ctp[4,1]=244800	ctp[4,2]=398780	ctp[4,3]=328320	ctp[4,4]=272120	ctp[4,5]=300920

註：ctp[j,t]為 $ctp_{j,t}$

表 4-50 各期液晶灌入站可允諾產能表(續)

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 5	ctp[5,1]=644700	ctp[5,2]=329280	ctp[5,3]=39420	ctp[5,4]=300720	ctp[5,5]=26720
機台 6	ctp[6,1]=10200	ctp[6,2]=492480	ctp[6,3]=273120	ctp[6,4]=67820	ctp[6,5]=328320
機台 7	ctp[7,1]=11900	ctp[7,2]=492480	ctp[7,3]=56920	ctp[7,4]=328320	ctp[7,5]=17820
機台 8	ctp[8,1]=792800	ctp[8,2]=199280	ctp[8,3]=168120	ctp[8,4]=328320	ctp[8,5]=39820
機台 9	ctp[9,1]=155200	ctp[9,2]=52880	ctp[9,3]=328320	ctp[9,4]=314420	ctp[9,5]=287220

表 4-51 各期液晶滴入站可允諾產能表

註：ctp[j,t]為 $ctp_{j,t}$

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 1	ctp[1,1]=820800	ctp[2,1]=487380	ctp[3,1]=321620	ctp[4,1]=220	ctp[5,1]=170220
機台 2	ctp[1,2]=67200	ctp[2,2]=175380	ctp[3,2]=328320	ctp[4,2]=6220	ctp[5,2]=320020
機台 3	ctp[1,3]=558000	ctp[2,3]=452180	ctp[3,3]=2520	ctp[4,3]=177120	ctp[5,3]=326820
機台 4	ctp[1,4]=397200	ctp[2,4]=450180	ctp[3,4]=326820	ctp[4,4]=235620	ctp[5,4]=328320
機台 5	ctp[1,5]=337200	ctp[2,5]=59880	ctp[3,5]=213920	ctp[4,5]=321820	ctp[5,5]=116820

註：ctp[j,t]為 $ctp_{j,t}$

表 4-52 重排程機制產出結果表

最佳解：1.1402(單位：100%)		
變數個數：	限制式個數：	求解時間：11.84
4151	3316	秒
HPS 製程產出		ODF 製程產出
t=1	P[1,2,3,1,4,1]=8 P[1,3,2,2,2,1]=105 P[1,3,3,2,4,1]=84 P[1,1,1,4,1,1]=250 P[1,1,3,4,4,1]=3	P[2,2,1,3,4,1]=78 P[2,2,3,3,2,1]=48 P[2,3,3,3,4,1]=4 P[2,2,3,3,4,1]=1 P[2,1,3,5,3,1]=200 P[2,1,1,5,3,1]=5
t=2	P[1,2,2,1,2,2]=300 P[1,2,3,1,4,2]=74 P[1,2,3,1,2,2]=27 P[1,3,2,2,2,2]=145 P[1,1,3,4,4,2]=32	P[2,3,3,3,4,2]=246 P[2,3,3,3,5,2]=8 P[2,2,3,5,2,2]=125 P[2,1,1,5,3,2]=64
t=3	P[1,2,3,1,4,3]=198 P[1,2,1,1,4,3]=1 P[1,3,3,2,4,3]=20 P[1,1,3,4,4,3]=6	P[2,1,1,3,3,3]=281 P[2,2,3,5,4,3]=31
t=4	P[1,3,3,2,4,4]=46 P[1,1,3,4,4,4]=152	P[2,2,3,1,4,4]=168 P[2,2,1,1,4,4]=121 P[2,1,3,3,4,4]=57
t=5	P[1,1,1,1,5,5]=48 P[2,1,1,2,5,5]=50 P[1,1,1,4,5,5]=252	P[2,1,1,3,5,5]=180 P[2,3,3,5,5,5]=192

註： $P[p,s,l,j,d,t]$ 為 $P_{p,s,l,j,d,t}$

表 4- 53 配向膜塗佈站機台利用率差異表

	規劃週期 t
機台 1	$u1[1,1]=0.0746$ $u1[1,2]=0.0739$ $u1[1,3]=0.0729$ $u1[1,4]=0.0172$ $u1[1,5]=0.0174$
機台 2	$u1[2,1]=0.0746$ $u1[2,2]=0.0718$ $u1[2,3]=0.0022$ $u1[2,4]=0.0022$ $u1[2,5]=0.0051$
機台 3	$u1[3,1]=0.0745$ $u1[3,2]=0.0743$ $u1[3,3]=0.0702$ $u1[3,4]=0.036$ $u1[3,5]=0.0698$
機台 4	$u1[4,1]=0.0746$ $u1[4,2]=0.0739$ $u1[4,3]=0.0145$ $u1[4,4]=0.0022$ $u1[4,5]=0.0022$
機台 5	$u1[5,1]=0.0746$ $u1[5,2]=0.0737$ $u1[5,3]=0.0022$ $u1[5,4]=0.0729$ $u1[5,5]=0.0112$

註： $u1[j,t]$ 為 $U_{j,t}^+$

$u2[j,t]$ 為 $U_{j,t}^-$

4.4 成效分析

本節主要針對 3.3 節主生產排程系統進行獲利之評估、3.4 節可允諾機制進行效率之評估，並建立一模擬系統以分析主生產排程系統規劃之結果是否符合實際生產環境。

4.4.1 主生產排程系統獲利分析

本文所建立之主生產排程系統為訂單可選擇製程之情境下，配置 HPS 製程與 ODF 製程之配置量以滿足指定製程與非指定製程之訂單需求，HPS 製程與 ODF 製程之配置量將影響產品利潤的高低。因此，吾人計算以整備最小化為目標式下所獲得的利潤，並與 3.3.1.2 節產能估算機制所求出之利潤進行比較。

透過表 4- 20，可得知 4.2.2 節重點工作站規劃機制 HPS 製程與 ODF 製程之訂單配置量，因此根據式 4-43，代入表 4- 1 各產品利潤資訊即可求得以整備最小化為目標式之總獲利，為 7,795,080 元。

由 4.2.1 節產能估算機制所求得之最大利潤，如表 4- 16 所示，為 7,851,050 元，較重點工作站規劃機制多出 55,970 元，其差異不大。因此，吾人進而修改 3.3.2.3 節式 3-26 目標式整備最小化，為利潤最大化，如式 4- 45 所示，以比較目標式為整備最小化下所造成利潤的損失與產能的增加各為多少。

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^{Jp} (pf_{p,s,l} \times \sum_{d=1}^T \sum_{t=1}^T P_{p,s,l,j,d,t}) \quad \text{式 4- 45}$$

計算以利潤最大為目標式之排程結果如表 4- 54 所示，所求得之利潤為 7,849,935 元。透過表 4- 55 生產與避免整備之對應表，即可求得整備次數為 62 次，如式 4- 46 所示。

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{Jp} \sum_{t=1}^T (\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^S \alpha p_{p,s,j,t} - \beta p_{j,t}) &= \sum_{j=1}^5 \sum_{t=1}^5 (\sum_{p=1}^2 \sum_{s=1}^3 \alpha p_{p,s,j,t} - \beta p_{j,t}) \\ &= (80-18) = 62 \end{aligned} \quad \text{式 4- 46}$$

在整備最小化為目標下，其利潤總共為 7,795,080 元，整備次數為 7 次。以利潤最大化為目標下，其利潤總共為 7,849,935 元，整備次數為 62 次。相較於利潤最大化，以整備最小化為目標式之利潤將少 54,855 元，但可節省 55 次整備。由於配向膜塗佈站整備一次需 9000 秒，故節省 55 次整備總共可節省 495000 秒。因此，在產能允諾機制中，將可多出 495000 秒的時間來新增產量以滿足實際訂單，而配向膜塗佈站加工一產品需 1008 秒，因此所節省之產能，在沒有額外整備次數的情境下約略可多生產 491 個產品($495000 \div 1008 = 491$)。吾人根據表 4-1 產品單位利潤表，計算單位產品之平均利潤，以估算所增加之產量可增加的利潤，乘上單位產品平均利潤 728 元，將可多增加約 357,448 元的利潤。

綜合上述，吾人可知在製程可選擇之情境下，HPS 製程與 ODF 製程之配置將會影響產能與利潤的多寡。以整備最小化來進行規劃，將可獲得多餘產能，但獲得利潤較低。不過多餘產能將可做為可允諾產能以因應未來來臨之實際訂單，而使得獲利增加。



表 4- 54 利潤最大化下配向膜塗佈站生產數量表

最佳解：7849935 (單位：元)		變數個數：4920		限制式個數：5249		求解時間：457 秒	
	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5		
機台 1	P[2,1,1,1,1]=300 P[2,1,3,1,1]=300 P[2,1,3,1,2,1]=155 P[2,1,1,1,3,1]=41 P[2,1,3,1,3,1]=6	P[1,1,3,1,2,2]=290 P[2,2,2,1,2,2]=70 P[1,2,3,1,3,2]=47 P[1,1,2,1,2,2]=20 P[1,3,3,1,3,2]=6 P[2,1,3,1,2,2]=6 P[1,3,1,1,2,2]=2 P[1,1,2,1,4,2]=1 P[2,3,2,1,3,2]=1	P[1,3,3,1,3,3]=196 P[1,3,2,1,3,3]=60 P[2,2,1,1,3,3]=50 P[2,3,3,1,5,3]=1	P[2,1,2,1,5,4]=198 P[2,3,2,1,4,4]=116 P[2,1,2,1,4,4]=2	P[2,1,3,1,5,5]=97 P[2,3,3,1,5,5]=84 P[1,2,3,1,5,5]=20 P[1,1,1,1,5,5]=10 P[2,1,2,1,5,5]=2		
機台 2	P[1,1,2,2,1,1]=300 P[1,1,1,2,1,1]=250 P[1,1,2,2,2,1]=162 P[1,1,2,2,3,1]=82 P[1,1,3,2,2,1]=5 P[1,1,3,2,3,1]=4 P[1,1,2,2,4,1]=1 P[1,1,3,2,4,1]=1	P[1,2,3,2,3,2]=85 P[2,3,2,2,4,2]=73 P[1,1,2,2,2,2]=57 P[2,1,3,2,3,2]=57 P[1,1,3,2,4,2]=37 P[2,1,1,2,3,2]=23 P[1,2,2,2,2,2]=21 P[2,3,2,2,3,2]=12 P[1,1,2,2,3,2]=8 P[1,2,3,2,2,2]=7 P[2,1,2,2,2,2]=7 P[2,2,2,2,2,2]=7 P[2,2,1,2,3,2]=6 P[1,1,1,2,5,2]=5 P[1,2,1,2,4,2]=5 P[1,1,3,2,2,2]=4 P[1,2,1,2,2,2]=3 P[1,3,1,2,2,2]=3 P[1,3,2,2,2,2]=2 P[1,3,3,2,5,2]=2 P[2,3,1,2,4,2]=2 P[1,1,2,2,4,2]=1 P[1,3,2,2,3,2]=1 P[2,1,2,2,4,2]=1	P[2,2,1,2,3,3]=142 P[2,1,3,2,3,3]=138 P[1,3,2,2,3,3]=14 P[1,1,2,2,3,3]=2 P[1,1,2,2,4,3]=1 P[2,2,2,2,5,3]=1	P[1,1,3,2,4,4]=188 P[1,1,2,2,4,4]=137	P[1,1,1,2,5,5]=274 P[1,1,3,2,5,5]=15		

註： $P[p,s,l,j,d,t]$ 為 $P_{p,s,l,j,d,t}$

表 4-54 利潤最大化下配向膜塗佈站生產數量表(續)

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 2		P[2,1,3,2,2,2]=1 P[2,2,2,2,5,2]=1 P[2,2,3,2,2,2]=1 P[2,3,3,2,2,2]=1			
機台 3	P[1,2,2,3,1,1]=300 P[1,2,3,3,1,1]=260 P[1,2,1,3,2,1]=101 P[1,2,2,3,2,1]=88 P[1,2,1,3,4,1]=32 P[1,2,3,3,5,1]=13 P[1,2,3,3,3,1]=9 P[1,2,3,3,2,1]=2	P[2,3,3,3,2,2]=257 P[1,2,1,3,2,2]=196 P[2,3,1,3,4,2]=12 P[2,2,1,3,3,2]=3 P[1,2,3,3,3,2]=1 P[2,2,3,3,2,2]=1	P[2,1,1,3,3,3]=118 P[1,3,3,3,3,3]=43 P[2,1,3,3,3,3]=39 P[1,1,2,3,3,3]=33 P[1,1,2,3,4,3]=18 P[2,2,1,3,3,3]=16 P[1,3,2,3,3,3]=8 P[1,2,3,3,3,3]=2 P[1,2,3,3,5,3]=2 P[1,3,3,3,5,3]=1 P[2,3,2,3,4,3]=1	P[1,2,3,3,4,4]=280 P[1,1,3,3,4,4]=22 P[1,2,3,3,5,4]=13 P[1,2,1,3,4,4]=1	P[1,2,3,3,5,5]=167 P[2,3,3,3,5,5]=121
機台 4	P[1,3,3,4,1,1]=300 P[1,3,2,4,1,1]=250 P[1,3,2,4,2,1]=248 P[1,3,1,4,2,1]=5 P[1,3,3,4,3,1]=2	P[1,3,1,4,2,2]=187 P[1,2,3,4,3,2]=104 P[2,2,3,4,2,2]=73 P[2,3,2,4,3,2]=68 P[1,3,3,4,3,2]=8 P[2,2,2,4,5,2]=3 P[1,1,2,4,3,2]=2 P[1,3,2,4,3,2]=2 P[1,1,2,4,2,2]=1 P[1,1,2,4,4,2]=1 P[1,1,3,4,2,2]=1 P[1,1,3,4,4,2]=1 P[2,2,1,4,3,2]=1	P[1,1,2,4,4,3]=85 P[1,1,2,4,3,3]=69 P[2,1,1,4,3,3]=68 P[1,3,2,4,3,3]=34 P[2,3,2,4,3,3]=20 P[1,1,3,4,3,3]=4 P[1,3,3,4,5,3]=4 P[1,3,3,4,3,3]=2 P[2,1,3,4,3,3]=2 P[1,1,3,4,4,3]=1 P[1,2,3,4,3,3]=1	P[1,2,1,4,4,4]=286 P[2,3,2,4,4,4]=29 P[2,3,1,4,4,4]=1	P[1,1,1,4,5,5]=211 P[2,2,2,4,5,5]=46 P[2,3,3,4,5,5]=40 P[2,1,3,4,5,5]=1
機台 5	P[2,3,2,5,1,1]=250 P[2,3,1,5,4,1]=235 P[2,3,2,5,3,1]=147 P[2,3,3,5,2,1]=142 P[2,3,2,5,4,1]=31	P[2,2,2,5,2,2]=155 P[2,2,3,5,2,2]=116 P[1,2,2,5,2,2]=91 P[2,1,3,5,2,2]=38 P[2,2,1,5,3,2]=32 P[1,1,2,5,2,2]=3	P[1,2,1,5,4,3]=161 P[1,3,2,5,3,3]=111 P[2,2,2,5,5,3]=11 P[1,1,2,5,3,3]=4 P[1,3,3,5,3,3]=2 P[2,3,2,5,3,3]=1	P[2,2,2,5,5,4]=137 P[2,1,3,5,5,4]=136 P[1,2,1,5,4,4]=15 P[1,1,2,5,4,4]=1 P[2,3,3,5,5,4]=1	P[2,3,3,5,5,5]=246 P[1,2,3,5,5,5]=35 P[2,1,3,5,5,5]=1

註： $P[p,s,l,j,d,t]$ 為 $P_{p,s,l,j,d,t}$

表 4-54 利潤最大化下配向膜塗佈站生產數量表(續)

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
機台 5		P[1,3,1,5,2,2]=3 P[1,1,2,5,4,2]=1 P[1,2,3,5,3,2]=1 P[1,3,3,5,3,2]=1 P[2,2,2,5,5,2]=1 P[2,3,2,5,3,2]=1			

註： $P[p,s,l,j,d,t]$ 為 $P_{p,s,l,j,d,t}$

表 4-55 利潤最大化下各期是否生產與避免整備對應表

$\text{alphap}[p,s,m,t]$	alphap[1,1,2,1]=1 alphap[1,2,3,1]=1 alphap[1,3,4,1]=1 alphap[2,1,1,1]=1 alphap[2,3,5,1]=1 alphap[1,1,1,2]=1 alphap[1,1,2,2]=1 alphap[1,1,4,2]=1 alphap[1,1,5,2]=1 alphap[1,2,1,2]=1 alphap[1,2,2,2]=1 alphap[1,2,3,2]=1 alphap[1,2,4,2]=1 alphap[1,2,5,2]=1 alphap[1,3,1,2]=1 alphap[1,3,2,2]=1 alphap[1,3,4,2]=1 alphap[1,3,5,2]=1 alphap[2,1,1,2]=1 alphap[2,1,2,2]=1 alphap[2,1,5,2]=1 alphap[2,2,1,2]=1 alphap[2,2,2,2]=1 alphap[2,2,3,2]=1 alphap[2,2,4,2]=1 alphap[2,2,5,2]=1 alphap[2,3,1,2]=1 alphap[2,3,2,2]=1 alphap[2,3,3,2]=1 alphap[2,3,4,2]=1 alphap[2,3,5,2]=1 alphap[1,1,2,3]=1 alphap[1,1,3,3]=1 alphap[1,1,4,3]=1 alphap[1,1,5,3]=1 alphap[1,2,3,3]=1 alphap[1,2,4,3]=1 alphap[1,2,5,3]=1 alphap[1,3,1,3]=1 alphap[1,3,2,3]=1 alphap[1,3,3,3]=1 alphap[1,3,4,3]=1 alphap[1,3,5,3]=1 alphap[2,1,2,3]=1 alphap[2,1,3,3]=1 alphap[2,1,4,3]=1 alphap[2,2,1,3]=1 alphap[2,2,2,3]=1 alphap[2,2,3,3]=1 alphap[2,2,5,3]=1 alphap[2,3,1,3]=1 alphap[2,3,3,3]=1 alphap[2,3,4,3]=1 alphap[2,3,5,3]=1 alphap[1,1,2,4]=1 alphap[1,1,3,4]=1 alphap[1,1,5,4]=1 alphap[1,2,3,4]=1 alphap[1,2,4,4]=1 alphap[1,2,5,4]=1 alphap[2,1,1,4]=1 alphap[2,1,5,4]=1 alphap[2,2,5,4]=1 alphap[2,3,1,4]=1 alphap[2,3,4,4]=1 alphap[2,3,5,4]=1 alphap[1,1,1,5]=1 alphap[1,1,2,5]=1 alphap[1,1,4,5]=1 alphap[1,2,1,5]=1 alphap[1,2,3,5]=1 alphap[1,2,5,5]=1 alphap[2,1,1,5]=1 alphap[2,1,4,5]=1 alphap[2,1,5,5]=1 alphap[2,2,4,5]=1 alphap[2,3,1,5]=1 alphap[2,3,3,5]=1 alphap[2,3,4,5]=1 alphap[2,3,5,5]=1
$\text{betap}[m,t]$	betap[1,2]=1 betap[3,2]=1 betap[4,2]=1 betap[5,2]=1 betap[1,3]=1 betap[2,3]=1 betap[3,3]=1 betap[4,3]=1 betap[5,3]=1 betap[1,4]=1 betap[2,4]=1 betap[3,4]=1 betap[4,4]=1 betap[5,4]=1 betap[2,5]=1 betap[3,5]=1 betap[4,5]=1 betap[5,5]=1

註： $\text{alphap}[p,s,j,t]$ 為 $\alpha p_{p,s,j,t}$

$\text{betap}[j,t]$ 為 $\beta p_{j,t}$

4.4.2 可允諾機制

吾人根據 4.2 節主生產排程系統與 4.3 節可允諾機制之求解結果，進而比較可允諾機制之效率與可行性。

➤ 求解效率

表 4-56 為整理 4.2.2 節整數規劃模式表 4-20、4.3.1 節產能估算規劃表 4-38 與 4.3.2 重排程機制表 4-52 之求解時間。因此可得知，透過可允諾機制之產能允諾規劃與重排程機制，其求解時間可在數十秒內完成，而主生產排程系統中之重點工作站規劃機制需花費 920 秒，相較之下，其時間減少許多。

承上所述，在執行主生產排程系統後，若有突如其來之實際訂單，吾人選擇重新執行主生產排程系統需耗時數百秒甚至千秒的時間以滿足實際訂單之需求。但透過可允諾機制，吾人只需在數十秒的時間內，即可檢視目前之排程是否可符合實際訂單之需求，並且透過產能允諾規劃與重排程機制在更改現有之排程以符合來臨之實際訂單。

表 4-56 各規劃機制比較表

	重點工作站規劃機制	產能允諾機制	重排程機制
求解時間	920 秒	0.17 秒	11.84 秒

4.4.3 系統模擬

4.4.3.1 模擬環境說明

本文模擬之生產環境與 4.1 節相同，為了確認主生產排程系統之正確性，將以重點工作站規劃機制所規劃出的結果輸入至模擬系統，以檢視重點工作站規劃機制之排程結果是否可使得系統中模擬之境況符合訂單之需求。

系統中重點工作站之投料與派工法則將根據主生產排程之結果將物料投入至規劃之機台加工。投料間隔時間設定方面，為避免瓶頸配向膜機台產生閒置，將以配向膜各機台之在製品量為主，當其中一配向膜機台在製品低於 10 時，則投入該機台欲加工之物料以符合主生產排程之規劃。系

統中其他工作站之派工法則將以 Family-based Scheduling Rule (FSR)來進行派工，讓各工作站之機台能夠選擇相同種類之加工品以進行加工，藉此節省整備所耗之時間。

在模擬分析中，本文將以產出量、達交率、重點工作站之利用率與平均生產週期時間來評估系統模擬之結果是否能遵循主生產排程系統之規劃。模擬環境中，若當期產出無法準時達交，則不允許後補，以此計算當期達交率。藉由產出量與達交率之指標，以評估生產系統之產出是否可滿足訂單之需求。透過重點工作站利用率之指標，以檢視重點工作站中是否可能產生瓶頸漂移之現象。並根據各產品之平均生產週期時間分析雙製程產品週期時間之差異，做為當非指定製程之緊急訂單來臨時，該使用何種製程之產品才可準時快速達交之指標。

4.4.3.2 模擬成效分析

➤ 產出量與達交率

根據表 4-57 產品各期規劃產出與模擬產出比較表，吾人可得知針對 HPS 製程之產品，其達交率大多在 97% 以上，鮮少部分產品達交率較低，為 92、93% 左右。ODF 製程之產品，其達交率則幾乎均可 100% 準時達交。表示本文所建構之重點工作站規劃機制，其規劃結果可在實際生產環境中如期產出。

➤ 重點工作站之利用率

表 4-58 為重點工作站各機台之利用率，由表可知，配向膜塗佈站各機台利用率最高，平均為 89%，次高為液晶灌入站之各機台，其平均利用率為 79%，最低則為液晶滴入站機台，為 52.6%。因此根據本模式規劃之結果，模擬之情境不會發生瓶頸漂移的現象。

➤ 平均生產週期時間

根據表 4-57 可得知，HPS 製程的產品平均生產週期時間約略在 16 小時左右，ODF 製程的產品平均生產週期時間約略在 6 個小時左右。ODF 製程的產品其生產週期時間較 HPS 製程的產品快了許多，因此在面對緊急之非指定製程訂單時，可優先以 ODF 製程的產品生產，來滿足顧客。

表 4-57 產品各期規劃產出與模擬產出比較表

	HPS 製程 產品尺寸:10.4 液晶種類:一般			HPS 製程 產品尺寸:10.4 液晶種類:中高			HPS 製程 產品尺寸:10.4 液晶種類:高			HPS 製程 產品尺寸:13.3 液晶種類:一般			HPS 製程 產品尺寸:13.3 液晶種類:中高			HPS 製程 產品尺寸:13.3 液晶種類:高		
	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率
t=1	251	244	97.2%	300	300	100%	252	230	91.3 %				437	434	99.3%	360	350	97.5%
t=2	27	27	100%	192	190	99.0%	264	264	100%	300	300	100%	63	60	95.3%	125	116	92.8%
t=3	5	5	100%	216	200	92.6%	100	100	100%	197	194	98.5%				126	120	95.2%
t=4	11	11	100%	164	164	100%	150	150	100%	53	50	94.3%				270	270	100%
t=5	275	275	100%							50	50	100%				250	250	100%
平均週 期時間	19:03:25			16:28:20			15:43:19			15:05:11			15:52:51			16:05:14		

表 4- 57 產品各期規劃產出與模擬產出比較表(續)

	HPS 製程 產品尺寸:15.4 液晶種類:一般			HPS 製程 產品尺寸:15.4 液晶種類:中高			HPS 製程 產品尺寸:15.4 液晶種類:高			ODF 製程 產品尺寸:10.4 液晶種類:一般			ODF 製程 產品尺寸:10.4 液晶種類:中高			ODF 製程 產品尺寸:10.4 液晶種類:高		
	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率
t=1				354	350	98.9%	366	364	99.5%	304	303	99.7%	1	1	100%	500	500	100%
t=2	200	194	97%	146	144	98.6%	142	132	93.0%	75	75	100%	58	58	100%			
t=3				230	230	100%	52	52	100%	171	171	100%				34	34	100%
t=4				250	250	100%	6	6	100%				127	127	100%	198	198	100%
t=5							244	244	100%	181	181	100%	142	142	100%	2	2	100%
平均週 期時間	15:06:42			15:01:57			17:03:05			6:57:09			6:16:56			7:20:22		

表 4- 57 產品各期規劃產出與模擬產出比較表(續)

	ODF 製程 產品尺寸:13.3 液晶種類:一般			ODF 製程 產品尺寸:13.3 液晶種類:中高			ODF 製程 產品尺寸:13.3 液晶種類:高			ODF 製程 產品尺寸:15.4 液晶種類:一般			ODF 製程 產品尺寸:15.4 液晶種類:中高			ODF 製程 產品尺寸:15.4 液晶種類:高		
	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率	規劃 產出	模擬 產出	達交 率
t=1													500	499	99.8%	301	301	100%
t=2				232	232	100%	109	109	100%	250	250	100%				238	238	100%
t=3	269	269	100%	2	2	100%										111	111	100%
t=4	231	231	100%	94	94	100%												
t=5				104	104	100%												
平均週 期時間	6:17:34			6:38:51			6:19:14			5:56:22			6:27:04			5:59:12		

表 4-58 重點工作站各機台利用率表

	機台 1	機台 2	機台 3	機台 4	機台 5	機台 6	機台 7	機台 8	機台 9	機台 10	工作站平均利用率
配向膜塗佈站	91%	83%	94%	94%	83%	91%	83%	94%	94%	83%	89%
液晶滴入站	63%	54%	67%	36%	43%						52.6%
液晶灌入站	86%	85%	85%	82%	80%	80%	75%	71%	72%		79.6%

第五章、結論與未來研究方向

5.1 結論

液晶平面顯示器於近幾年的發展已趨近成熟，亦使得廠商間之競爭更為明顯。在科技日新月異的進步下，液晶面板顯示器在組立廠增加了能大幅縮短面板組立時間的新製程 ODF 製程。此種新舊製程 HPS 製程共有之環境，使得部分顧客在製程選擇上產生偏好，而部分顧客則對兩種製程皆可接受。在面對顧客兩種製程皆可接受的情境，廠商將選擇最有利的生產配置決策。由於組立廠內的機台整備須考量多種維度之特性，且整備時間非常長，面對多樣少量的訂單需求且新舊製程共用的環境下，組立廠亦須以接單式與預測式之生產方式來面對已接訂單與預測訂單的需求，導致生產規劃的複雜度將因此增加；不當的規劃將無法快速地反應顧客需求及準時達交。

有鑑於過去相關研究在組立廠之規劃時，並未將製程可選擇及實際訂單來臨之特性納入考量。本文因而針對上述特性，設計一「主生產排程系統」，其中包含「產能估算機制」與「重點工作站規劃機制」，並提出一「可允諾機制」，其中包含「訂單允諾模組」與「重排程模組」。以下將簡述各模組之功能與特色：

➤ 主生產排程系統

(1). 產能估算機制

根據顧客訂單之資訊，估算各期各工作站生產產品所需最少換線次數，以評估各工作站之可用產能是否滿足加工產品與機台整備所需產能。吾人並設計「訂單配置模式」，在獲利最大化下，配置 HPS 製程與 ODF 製程之產量，以估算 HPS 製程與 ODF 製程工作站之產能負荷。最後根據各工作站之產能負荷辨識出瓶頸工作站，作為重點工作站規劃機制的標的。

(2). 重點工作站規劃機制

針對製程可選擇之情境，吾人設計「重點工作站排程求解模式」來規劃瓶頸配向膜塗佈站、次瓶頸液晶灌入站與液晶滴入站之排程，在滿足指

定製程與非指定製程訂單需求之前提下，求算出令瓶頸配向膜塗佈站整備次數最小化之排程。模式中，提出跨期免整備限制式之設計，亦即當相鄰兩規劃週期生產相同產品別，即可產生免整備之機會。如此，排程規劃時，無須考量期初、期中與期末須生產何項產品別的決策變數。而對於需求滿足之限制式設計，對每一期製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之產出量明確指明將用於滿足當期或往後某期之需求。如此，模式中不必求算各製程種類 p 、產品尺寸 s 且液晶種類 l 之存貨數量，可加快求解速度。

➤ 可允諾機制

(1). 訂單允諾模組

吾人先將實際到臨訂單需求與預測式產品之已規劃產量進行沖銷後，獲得可允諾量之資訊。並設計「新增產量模式」進行新增產量之規劃。吾人將「重點工作站排程求解模式」之排程結果作為已知參數，決策變數修正成為產量的增加是否須額外之整備，並以 0-1 變數表達。如此，將可快速求算出新增產量所需額外整備次數最少之排程，進而增加對顧客實際訂單之回應。

(2). 重排程模組

當訂單允諾模組無法滿足實際訂單之需求時，吾人設計「重排程模式」。其修正「新增產量模式」之目標式為利用率更動幅度最小化，並凍結已接訂單之排程，將已接訂單之排程結果作為已知參數來針對預測式產品之排程與實際訂單進行重排，使得「重排程模式」之決策變數與「新增產量模式」相同，為產量的增加是否須額外之整備。如此，將可快速求算出預測式產品與實際訂單之排程。

面對實際訂單來臨之情境，由於過去相關研究鮮少探討。因此，當實際訂單來臨時，吾人所設計之可允諾機制，可在短時間內檢視可允諾量與可允諾產能，以分析是否可滿足實際訂單。當現有可用資源無法滿足實際訂單時，即透過重排程模式來修正原有之主生產排程，以快速地回應顧客之實際訂單。

根據第四章實際案例的成效分析下，吾人將成效所獲得之結果分為以下幾點：

1. 重點工作站排程求解模式，於配向膜塗佈站利用對稱性生產可將製程種類此考量因子由四項縮減為兩項，機台數亦縮減為一半，使求解時間大幅地降低。
2. 本文所建立之重點工作站排程求解模式，對案例所規劃之主生產排程，經過系統模擬之執行，可使規劃之產出如期達交之機率高達 98% 以上。
3. 本文所建立之重點工作站排程求解模式可依決策者對產能與利潤之重要性程度來設定目標式。在預測式產品能高度符合實際訂單之情境下，決策者可以最大利潤為目標來求解；在預測式產品與實際訂單之誤差較大之情境下，決策者可以最小整備次數為目標來求解，以利用可允諾機制來滿足未能滿足之實際訂單。
4. 本文所建立之可允諾機制可在極短的時間內求解出滿足實際訂單的排程，可供決策者在面臨突如其來之訂單時，不需重新執行重點工作站排程求解模式，而可使用快速因應的可允諾機制。

5.2 未來研究方向

綜觀本文所建立之主生產排程系統與可允諾機制，均可達到預期之成效，但尚有部分議題可供探討，彙整如下：

1. TFT-LCD 組立廠實際生產環境存在產品種類更多、訂單的來到時間不確定與物料的存貨狀況等問題，比本文所探討之環境更為複雜，均予以考量將使得模式無法在有效時間求出最佳解。因此可朝向啟發式演算法之方向做更深入的探討。
2. 本文所規劃之範圍為單一組立廠之情境，未來可探討多廠區之環境，針對多廠區間物料與產能可互相支援之情境作一協調。以對顧客之訂單做出最好的回應。

參考文獻

- [1] American Production and Inventory Control Society. APICS Dictionary, 1998.
- [2] Ball, M.O., C.Y. Chen, Z.Y. Zhao, 2004, "Available to Promise," Handbook of Quantitative Supply Chain Analysis: Modeling in the E-Business Era, Simchi-Levi, D., D. Wu, and M. Shen, eds., Kluwer Academic Publishers, Boston, p.p. 446-483.
- [3] Chen, Y.C., Z.Y. Zhao, M.O. Ball, 2002, "A model for batch advanced available-to-promise," Production and Operations Management, 11(4), p.p. 424-440.
- [4] Hall, N.G., C.N. Potts, 2004, "Rescheduling for new orders," Operation Research 52(3), p.p. 440-453
- [5] Jung, H., I. Song, B. Jeong, 2003, "An optimized ATP (Available To Promise) system for make-to-order company in supply chain environment," International Journal of Industrial Engineering 10(4).
- [6] Jeong, B., S.B. Sim, H.S. Jeong, S.W. Kim, 2002, "An available to promise system for TFT-LCD manufacturing in supply chain," Computers & Industrial Engineering 43, p.p. 191-212.
- [7] Kilger, C., Meyr, H., 2008, "Demand Fulfilment and ATP, " in H. Stadler and C. Kilger (Ed.), SupplyChain Management and Advanced Planning - Concepts, Models, Software and Case Studies, Springer, Berlin, p.p. 181-198
- [8] Lin, N.P., L.Krajewski, 1992, "A model for master production schedule in uncertain environments," Decision science 23(4), p.p. 839-861
- [9] Meyr, H., 2009, "Customer segmentation, allocation planning and order promising in make-to-stock production," OR spectrum 31, 229-256
- [10] Sahin, F., E.P.Robinson, L.L. Gao, 2008, "Master production scheduling

policy and rolling schedules in a two-stage make-to-order supply chain,”
International Journal Production Economics 115, p.p. 528-541

[11] Sridharan, V. W.L. Berry, V. Udayabhanu, 1997, “Freezing the master production schedule under rolling planning horizons,” Management Science 33(9), p.p. 1137-1149

[12] Tsai, K.M., S.C. Wang, 2009, “Multi-site available-to-promise modeling for assemble-to-order manufacturing: An illustration on TFT-LCD manufacturing,” International Journal Production Economics 117, p.p. 174-184.

[13] Yang, K.K., F.R. Jacobs, 1999, “Replanning the master production schedule for a capacity-constrained job shop,” Decision science 30(3), p.p. 719-748

[14] 友達光電網頁 http://www.auo.com/auoDEV/content/technology/technology_tftprocess_popup_tc.htm

[15] 光電產業自動化檢測技術專題，「理論篇：LCD 製程」，
<http://cslin.auto.fcu.edu.tw/eduteach/index.html>。

[16] 王立志，民國 95 年，「系統化運籌與供應鏈管理」，滄海出版社。

[17] 王凱生，民國 96 年，「訂單滿足流程與可允諾量分配模式-TFT-LCD 產業為例」，國立清華大學工業工程與管理研究所，碩士論文。

[18] 李佳諭，民國 96 年，「流程式生產系統下混線生產重排程之研究」，國立屏東科技大學工業管理研究所，碩士論文。

[19] 李俊昇，民國 91 年，「TFT-LCD 批量製程派工法則之設計」，國立交通大學工業工程研究所，碩士論文。

[20] 拓樸產業研究所網頁 <http://www.topology.com.tw>

[21] 莊書銘，民國 96 年，「薄膜液晶顯示器組立廠主生產排程規劃系統之設計」，國立交通大學工業工程研究所，碩士論文。

- [22] 陳頌翔，民國 95 年，「連續批量排程機制之構建—以薄膜液晶顯示器組立製程為例」，國立交通大學工業工程研究所，碩士論文。
- [23] 蔡秉宏，民國 91 年，「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研究所，碩士論文。
- [24] 溫伊婷，民國 96 年，「拉式多階多廠之訂單滿足問題-TFT-LCD 產業為例」，國立清華大學工業工程與管理研究所，碩士論文。
- [25] 楊迪喬，民國 97 年，「薄膜液晶顯示器組立廠具雙製程情境下排程系統之設計」，國立交通大學工業工程研究所，碩士論文。
- [26] 廖祿文，民國 91 年，「及時接單回應機制下-重排週期最佳化之研究」，國立中央大學工業管理研究所，碩士論文。
- [27] 潘國丞，民國 95 年，「多目標平行機台零工式工廠重排程之探討」，東海大學工業工程與經營資訊研究所，碩士論文。
- [28] 賴欣瑜，民國 90 年，「晶圓廠製造廠多廠間生產規劃模式之建構」，國立交通大學工業工程研究所，碩士論文。
- [29] 顧鴻壽，民國 90 年，「光電液晶平面顯示器技術基礎及應用」，新文京開發出版有限公司。

附錄一、 I-LOG OPL Studio 5.3.1 求解程式碼

1-1 訂單配置模式

```
//下標
int time_Num=...;//t
//參數範圍
range time          1..time_Num;//t
enum process{p1,p2};
enum size{s1,s2,s3};
enum liquid{l1,l2,l3};
enum work{k1,k2,k3,k4,k5,k6,k7,k8};
//參數矩陣
int+  st[work]=...;
int+  b[work]=...;
int+  d[size,liquid,time]=...;
int+  dp[process,size,liquid,time]=...;
int+  tc[work,time]=...;
int+  pf[process,size,liquid]=...;
int+  pt[size,liquid,work]=...;
int+  m[work]=...;
var int+  rc[work] in 0..1000000000;
//決策變數矩陣
var int+  I[process,size,liquid,time] in 0..10000000;
var int+  lst[work,time] in 0..10000000;
var int+  bst1[size,work,time] in 0..10000000;
var int+  bst2[liquid,work,time] in 0..10000000;
var int+  bst3[size,liquid,work,time] in 0..10000000;
var int+  load[work] in 0..1000000000;
var int+  L[work,time] in 0..1000000000;
var int+  V[size,liquid,work,time] in 0..10000;
maximize//目標式
    sum(p in process,s in size,l in liquid,t in time)(I[p,s,l,t]*pf[p,s,l])
subject to{
forall(p in process,s in size,l in liquid,t in time)
I[p,s,l,t]>=dp[p,s,l,t];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
sum(p in process)I[p,s,l,t]=sum(p in process)dp[p,s,l,t]+d[s,l,t];
forall(k in work)
sum(t in time)L[k,t]=rc[k];
forall(t in time)
L[k1,t]+sum(s in size,l in
liquid)(I[p2,s,l,t]/b[k1])*pt[s,l,k1]+lst[k1,t]*st[k1]=tc[k1,t];
forall(t in time)
L[k2,t]+sum(s in size,l in
liquid)(I[p2,s,l,t]/b[k2])*pt[s,l,k2]+lst[k2,t]*st[k2]=tc[k2,t];
```

```

forall(t in time)
L[k3,t]+sum(s in size,l in
liquid)(I[p2,s,l,t]/b[k3])*pt[s,l,k3]+lst[k3,t]*st[k3]=tc[k3,t];
forall(t in time)
L[k4,t]+sum(s in size,l in liquid)I[p1,s,l,t]*pt[s,l,k4]+lst[k4,t]*st[k4]=tc[k4,t];
forall(t in time)
L[k5,t]+sum(s in size,l in liquid)V[s,l,k5,t]*pt[s,l,k5]+lst[k5,t]*st[k5]=tc[k5,t];
forall(t in time)
L[k6,t]+sum(s in size,l in liquid)V[s,l,k6,t]*pt[s,l,k6]+lst[k6,t]*st[k6]=tc[k6,t];
forall(t in time)
L[k7,t]+sum(s in size,l in liquid)V[s,l,k7,t]*pt[s,l,k7]+lst[k7,t]*st[k7]=tc[k7,t];
forall(t in time)
L[k8,t]+sum(s in size,l in liquid)V[s,l,k8,t]*pt[s,l,k8]+lst[k8,t]*st[k8]=tc[k8,t];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]<=V[s,l,k4,t]*b[k4];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]<=V[s,l,k5,t]*b[k5];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]<=V[s,l,k6,t]*b[k6];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]<=V[s,l,k7,t]*b[k7];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]<=V[s,l,k8,t]*b[k8];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]>=(V[s,l,k4,t]-1)*b[k4];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]>=(V[s,l,k5,t]-1)*b[k5];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]>=(V[s,l,k6,t]-1)*b[k6];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]>=(V[s,l,k7,t]-1)*b[k7];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
I[p1,s,l,t]>=(V[s,l,k8,t]-1)*b[k8];
forall(k in work)
load[k]=sum(t in time)L[k,t];
forall(s in size,t in time)
bst1[s,k4,t]*tc[k4,t]>=sum(l in liquid)I[p1,s,l,t]*pt[s,l,k4]*m[k4];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
bst3[s,l,k5,t]*tc[k5,t]*b[k5]>=I[p1,s,l,t]*pt[s,l,k5]*m[k5];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
bst3[s,l,k6,t]*tc[k6,t]*b[k6]>=I[p1,s,l,t]*pt[s,l,k6]*m[k6];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
bst3[s,l,k7,t]*tc[k7,t]*b[k7]>=I[p1,s,l,t]*pt[s,l,k7]*m[k7];
forall(s in size,l in liquid,t in time)
bst3[s,l,k8,t]*tc[k8,t]*b[k8]>=I[p1,s,l,t]*pt[s,l,k8]*m[k8];
forall(l in liquid,t in time) /

```

```

bst2[l,k1,t]*tc[k1,t]>=sum(s in size)I[p2,s,l,t]*pt[s,l,k1]*m[k1];
forall(s in size,t in time)
bst1[s,k2,t]*tc[k2,t]>=sum(l in liquid)I[p2,s,l,t]*pt[s,l,k2]*m[k2];
forall(s in size,t in time)
bst1[s,k3,t]*tc[k3,t]>=sum(l in liquid)I[p2,s,l,t]*pt[s,l,k3]*m[k3];
forall(t in time:t>1)
lst[k2,t]=sum(s in size)bst1[s,k2,t]-m[k2];
forall(t in time:t>1)
lst[k3,t]=sum(s in size)bst1[s,k3,t]-m[k3];
forall(t in time:t>1)
lst[k4,t]=sum(s in size)bst1[s,k4,t]-m[k4];
forall(t in time:t>1)
lst[k1,t]=sum(l in liquid)bst2[l,k1,t]-m[k1];
forall(t in time:t>1)
lst[k5,t]=sum(s in size,l in liquid)bst3[s,l,k5,t]-m[k5];
forall(t in time:t>1)
lst[k6,t]=sum(s in size,l in liquid)bst3[s,l,k6,t]-m[k6];
forall(t in time:t>1)
lst[k7,t]=sum(s in size,l in liquid)bst3[s,l,k7,t]-m[k7];
forall(t in time:t>1)
lst[k8,t]=sum(s in size,l in liquid)bst3[s,l,k8,t]-m[k8];
lst[k2,1]=sum(s in size)bst1[s,k2,1];
lst[k3,1]=sum(s in size)bst1[s,k3,1];
lst[k4,1]=sum(s in size)bst1[s,k4,1];
lst[k1,1]=sum(l in liquid)bst2[l,k1,1];
lst[k5,1]=sum(s in size,l in liquid)bst3[s,l,k5,1];
lst[k6,1]=sum(s in size,l in liquid)bst3[s,l,k6,1];
lst[k7,1]=sum(s in size,l in liquid)bst3[s,l,k7,1];
lst[k8,1]=sum(s in size,l in liquid)bst3[s,l,k8,1];
};

```

1-2 重點工作站排程求解模式

```

//常數
int Q=...;
int work2_Num=...;
//下標
int time_Num=...;
//參數範圍
enum process{p1,p2};
enum size{s1,s2,s3};
enum liquid{l1,l2,l3};
enum machinep{m1,m2,m3,m4,m5};
enum machineh{h1,h2,h3,h4,h5,h6,h7,h8,h9};
enum machineo{o1,o2,o3,o4,o5};
enum demand{d1,d2,d3,d4,d5};
range work2      1..work2_Num;

```



```

range time          1..time_Num;
//已知參數
int+ pt[size,liquid,work2]=...;
int+ ppt[process]=...;
//參數矩陣
int+ cap[machinep,time]=...;
int+ dp[process,size,liquid,time]=...;
int+ d[size,liquid,time]=...;
int+ caph[machineh,time]=...;
int+ capo[machineo,time]=...;
//決策變數矩陣
var float+ L[machinep,time] in 0..1000000;
var float+ Lh[machineh,time] in 0..1000000;
var float+ Lo[machineo,time] in 0..1000000;
var int+ P[process,size,liquid,machinep,demand,time] in 0..1000;
var int+ U[process,size,liquid,time] in 0..100000;
var int+ alphap[process,size,machinep,time] in 0..1;
var int+ gammap[process,size,machinep,time] in 0..1;
var int+ yp[machinep,time] in 0..1;
var int+ betap[machinep,time] in 0..1;
var int+ V[size,liquid,machineh,time] in 0..200;
var int+ B[size,liquid,machineh,time] in 0..1000;
var int+ alphah[size,liquid,machineh,time] in 0..1;
var int+ gammah[size,liquid,machineh,time] in 0..1;
var int+ yh[machineh,time] in 0..1;
var int+ betah[machineh,time] in 0..1;
var int+ O[size,liquid,machineo,time] in 0..1000;
var int+ alphao[liquid,machineo,time] in 0..1;
var int+ gammao[liquid,machineo,time] in 0..1;
var int+ yo[machineo,time] in 0..1;
var int+ betao[machineo,time] in 0..1;

minimize//目標式
sum(p in process,s in size,j in machinep,t in time)(alphap[p,s,j,t])-sum(j in
machinep,t in time)betap[j,t]
subject to{

forall(j in machinep)
betap[j,1]=0;
forall(j in machineh)
betah[j,1]=0;
forall(j in machineo)
betao[j,1]=0;
forall(j in machinep)
yp[j,1]=0;
forall(j in machineh)

```

```

yh[j,1]=0;
forall(j in machineo)
yo[j,1]=0;
forall(p in process,s in size,j in machinep)
gammap[p,s,j,1]=0;
forall(s in size,l in liquid,j in machineh)
gammah[s,l,j,1]=0;
forall(l in liquid,j in machineo)
gammao[l,j,1]=0;
forall(p in process,s in size,j in machinep,t in time)
sum(l in liquid,d in demand)P[p,s,l,j,d,t]<=alphap[p,s,j,t]*Q;
forall(p in process,s in size,j in machinep,t in time)
sum(l in liquid,d in demand)P[p,s,l,j,d,t]>=alphap[p,s,j,t];
forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..4)
P[p,s,l,j,d1,t+1]=0;
forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..3)
P[p,s,l,j,d2,t+2]=0;
forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..2)
P[p,s,l,j,d3,t+3]=0;
forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..1)
P[p,s,l,j,d4,t+4]=0;
forall(s in size,l in liquid,t in time)
sum(p in process)U[p,s,l,t]=d[s,l,t];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(j in machinep)P[p,s,l,j,d1,1]=dp[p,s,l,1]+U[p,s,l,1];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(p in process,j in machinep)P[p,s,l,j,d1,1]=sum(p in
process)dp[p,s,l,1]+d[s,l,1];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(j in machinep,t in 1..2)P[p,s,l,j,d2,t]=dp[p,s,l,2]+U[p,s,l,2];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(p in process,j in machinep,t in 1..2)P[p,s,l,j,d2,t]=sum(p in
process)dp[p,s,l,2]+d[s,l,2];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(j in machinep,t in 1..3)P[p,s,l,j,d3,t]=dp[p,s,l,3]+U[p,s,l,3];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(p in process,j in machinep,t in 1..3)P[p,s,l,j,d3,t]=sum(p in
process)dp[p,s,l,3]+d[s,l,3];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(j in machinep,t in 1..4)P[p,s,l,j,d4,t]=dp[p,s,l,4]+U[p,s,l,4];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(p in process,j in machinep,t in 1..4)P[p,s,l,j,d4,t]=sum(p in
process)dp[p,s,l,4]+d[s,l,4];
forall(p in process,s in size,l in liquid)
sum(j in machinep,t in 1..5)P[p,s,l,j,d5,t]=dp[p,s,l,5]+U[p,s,l,5];
forall(p in process,s in size,l in liquid)

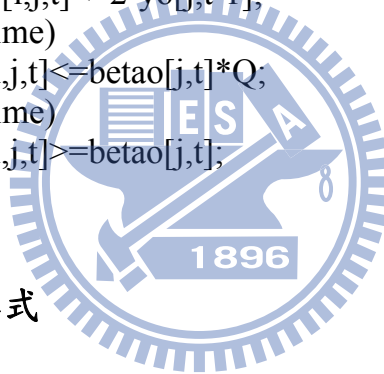
```

$\text{sum}(p \text{ in process}, j \text{ in machine}, t \text{ in } 1..5) P[p, s, l, j, d, t] = \text{sum}(p \text{ in process}) dp[p, s, l, 5] + d[s, l, 5];$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $L[j, t] + \text{sum}(p \text{ in process}, s \text{ in size}, l \text{ in liquid}, d \text{ in demand}) (P[p, s, l, j, d, t] * ppt[p])$
 $+ (\text{sum}(p \text{ in process}, s \text{ in size}) \text{alphap}[p, s, j, t] - \text{betap}[j, t]) * 9000 = \text{cap}[j, t];$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $\text{sum}(p \text{ in process}, s \text{ in size}) \text{alphap}[p, s, j, t] \leq 1 + yp[j, t] * Q;$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $\text{sum}(p \text{ in process}, s \text{ in size}) \text{alphap}[p, s, j, t] \geq 2 - (1 - yp[j, t]) * Q;$
 $\text{forall}(p \text{ in process}, s \text{ in size}, j \text{ in machine}, t \text{ in } 2..5)$
 $\text{alphap}[p, s, j, t-1] + \text{alphap}[p, s, j, t] \leq 1 + yp[j, t] + \text{gammap}[p, s, j, t] * Q;$
 $\text{forall}(p \text{ in process}, s \text{ in size}, j \text{ in machine}, t \text{ in } 2..5)$
 $\text{alphap}[p, s, j, t-1] + \text{alphap}[p, s, j, t] \geq 2 - (1 - \text{gammap}[p, s, j, t]) * Q;$
 $\text{forall}(p \text{ in process}, s \text{ in size}, j \text{ in machine}, t \text{ in } 3..5)$
 $\text{gammap}[p, s, j, t-1] + \text{gammap}[p, s, j, t] \leq 2 - yp[j, t-1];$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $\text{sum}(p \text{ in process}, s \text{ in size}) \text{gammap}[p, s, j, t] \leq \text{betap}[j, t] * Q;$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $\text{sum}(p \text{ in process}, s \text{ in size}) \text{gammap}[p, s, j, t] \geq \text{betap}[j, t];$
 $\text{forall}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}, j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $B[s, l, j, t] \leq \text{alphah}[s, l, j, t] * Q;$
 $\text{forall}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}, j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $B[s, l, j, t] \geq \text{alphah}[s, l, j, t];$
 $\text{forall}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}, j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $B[s, l, j, t] \leq V[s, l, j, t] * 6;$
 $\text{forall}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}, j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $B[s, l, j, t] \geq (V[s, l, j, t] * 6 - 1);$
 $\text{forall}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}, t \text{ in } 1..5)$
 $\text{sum}(j \text{ in machine}, d \text{ in demand}) P[p1, s, l, j, d, t] = \text{sum}(j \text{ in machine}) B[s, l, j, t];$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $Lh[j, t] + \text{sum}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}) (V[s, l, j, t] * pt[s, l, 1])$
 $+ (\text{sum}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}) (\text{alphah}[s, l, j, t]) - \text{betah}[j, t]) * 600 = \text{caph}[j, t];$
 $\text{forall}(l \text{ in liquid}, j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $\text{sum}(s \text{ in size}) O[s, l, j, t] \leq \text{alphao}[l, j, t] * Q;$
 $\text{forall}(l \text{ in liquid}, j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $\text{sum}(s \text{ in size}) O[s, l, j, t] \geq \text{alphao}[l, j, t];$
 $\text{forall}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}, t \text{ in } 1..5)$
 $\text{sum}(j \text{ in machine}, d \text{ in demand}) P[p2, s, l, j, d, t] = \text{sum}(j \text{ in machine}) O[s, l, j, t];$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $Lo[j, t] + \text{sum}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}) (O[s, l, j, t] * pt[s, l, 2])$
 $+ (\text{sum}(l \text{ in liquid}) (\text{alphao}[l, j, t]) - \text{betao}[j, t]) * 3600 = \text{capo}[j, t];$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $\text{sum}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}) \text{alphah}[s, l, j, t] \leq 1 + yh[j, t] * Q;$
 $\text{forall}(j \text{ in machine}, t \text{ in time})$
 $\text{sum}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}) \text{alphah}[s, l, j, t] \geq 2 - (1 - yh[j, t]) * Q;$
 $\text{forall}(s \text{ in size}, l \text{ in liquid}, j \text{ in machine}, t \text{ in } 2..5)$

```

alphah[s,l,j,t-1]+alphah[s,l,j,t]>=2-(1-gammah[s,l,j,t])*Q;
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in 2..5)
alphah[s,l,j,t-1]+alphah[s,l,j,t]<=1+yh[j,t]+gammah[s,l,j,t]*Q;
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in 3..5)
gammah[s,l,j,t-1]+gammah[s,l,j,t]<=2-yh[j,t-1];
forall(j in machineh,t in time)
sum(s in size,l in liquid)gammah[s,l,j,t]<=betah[j,t]*Q;
forall(j in machineh,t in time)
sum(s in size,l in liquid)gammah[s,l,j,t]>=betah[j,t];
forall(j in machineo,t in time)
sum(l in liquid)alphao[l,j,t]<=1+yo[j,t]*Q;
forall(j in machineo,t in time)
sum(l in liquid)alphao[l,j,t]>=2-(1-yo[j,t])*Q;
forall(l in liquid,j in machineo,t in 2..5)
alphao[l,j,t-1]+alphao[l,j,t]>=2-(1-gammao[l,j,t])*Q;
forall(l in liquid,j in machineo,t in 2..5)
alphao[l,j,t-1]+alphao[l,j,t]<=1+yo[j,t]+gammao[l,j,t]*Q;
forall(l in liquid,j in machineo,t in 3..5)
gammao[l,j,t-1]+gammao[l,j,t]<=2-yo[j,t-1];
forall(j in machineo,t in time)
sum(l in liquid)gammao[l,j,t]<=betao[j,t]*Q;
forall(j in machineo,t in time)
sum(l in liquid)gammao[l,j,t]>=betao[j,t];
};
zs

```



1-3 次瓶頸排程修正模式

```

//常數
int Q=...;
int time_Num=...;//t
//參數範圍
enum size{s1,s2,s3};
enum liquid{l1,l2,l3};
enum machineh{h1,h2,h3,h4,h5,h6,h7,h8,h9};
enum machineo{o1,o2,o3,o4,o5};
range time 1..time_Num;//t
//參數矩陣
int+ ash[size,liquid,machineh,time]=...;
int+ aso[liquid,machineo,time]=...;
//決策變數矩陣
var int+ gammah[size,liquid,machineh,time] in 0..1;
var int+ yh[machineh,time] in 0..1;
var int+ gammao[liquid,machineo,time] in 0..1;
var int+ yo[machineo,time] in 0..1;
var int+ betao[machineo,time] in 0..1;
var int+ betah[machineh,time] in 0..1;

```

```

maximize
    sum(j in machineh,t in time)betah[j,t]+sum(j in machineo,t in
time)betao[j,t]
subject to{
forall(s in size,l in liquid,j in machineh)
gammah[s,l,j,1]=0;
forall(s in size,l in liquid,j in machineo)
gammao[l,j,1]=0;
forall(j in machineh,t in time)
sum(s in size,l in liquid)ash[s,l,j,t]<=1+yh[j,t]*Q;
forall(j in machineh,t in time)
sum(s in size,l in liquid)ash[s,l,j,t]>=2-(1-yh[j,t])*Q;
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in 2..5)
ash[s,l,j,t-1]+ash[s,l,j,t]>=2-(1-gammah[s,l,j,t])*Q;
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in 2..5)
ash[s,l,j,t-1]+ash[s,l,j,t]<=1+yh[j,t]+gammah[s,l,j,t]*Q;
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in 3..5)
gammah[s,l,j,t-1]+gammah[s,l,j,t]<=2-yh[j,t-1];
forall(j in machineh,t in time)
sum(s in size,l in liquid)gammah[s,l,j,t]<=betah[j,t]*Q;
forall(j in machineh,t in time)
sum(s in size,l in liquid)gammah[s,l,j,t]>=betah[j,t];
forall(j in machineo,t in time)
sum(l in liquid)aso[l,j,t]<=1+yo[j,t]*Q;
forall(j in machineo,t in time)
sum(l in liquid)aso[l,j,t]>=2-(1-yo[j,t])*Q;
forall(l in liquid,j in machineo,t in 2..5)
aso[l,j,t-1]+aso[l,j,t]>=2-(1-gammao[l,j,t])*Q;
forall(l in liquid,j in machineo,t in 2..5)
aso[l,j,t-1]+aso[l,j,t]<=1+yo[j,t]+gammao[l,j,t]*Q;
forall(l in liquid,j in machineo,t in 3..5)
gammao[l,j,t-1]+gammao[l,j,t]<=2-yo[j,t-1];
forall(j in machineo,t in time)
sum(l in liquid)gammao[l,j,t]<=betao[j,t]*Q;
forall(j in machineo,t in time)
sum(l in liquid)gammao[l,j,t]>=betao[j,t];
};

```

1-4 新增產量模式

//下標

```
int time_Num=...;
```

```
enum demand{d1,d2,d3,d4,d5};
```

//參數範圍

```
enum process{p1,p2};
```

```

enum size{s1,s2,s3};
enum liquid{l1,l2,l3};
enum work2{w1,w2};
enum work{k1,k2,k3};
enum machinep{m1,m2,m3,m4,m5};
enum machineh{h1,h2,h3,h4,h5,h6,h7,h8,h9};
enum machineo{o1,o2,o3,o4,o5};
range time          1..time_Num;
//已知參數
int+ ppt=...;
int+ bmax=...;
int+ Q=...;
//參數矩陣
int+ st[work]=...;
int+ pt[size,liquid,work2]=...;
int+ patp[process,size,liquid,time]=...;
int+ atp[size,liquid,time]=...;
int+ ctp[machinep,time]=...;
int+ ctp[h][machineh,time]=...;
int+ ctp[o][machineo,time]=...;
int+ as[process,size,machinep,time]=...;
int+ ash[size,liquid,machineh,time]=...;
int+ aso[liquid,machineo,time]=...;
int+ betap[machinep,time]=...;
int+ betah[machineh,time]=...;
int+ betao[machineo,time]=...;

//決策變數矩陣
var int+ L[machinep,time] in 0..10000000;
var int+ Lh[machineh,time] in 0..10000000;
var int+ Lo[machineo,time] in 0..10000000;
var int+ P[process,size,liquid,machinep,demand,time] in 0..10000;
var int+ U[process,size,liquid,time] in 0..1000000;
var int+ B[size,liquid,machineh,time] in 0..10000;
var int+ O[size,liquid,machineo,time] in 0..10000;
var int+ V[size,liquid,machineh,time] in 0..10000;
var int+ alphap[process,size,machinep,time] in 0..1;
var int+ alphao[liquid,machineo,time] in 0..1;
var int+ alphah[size,liquid,machineh,time] in 0..1;

minimize//目標式
    sum(j in machinep,t in 1..4)(sum(p in process,s in
size)(alphap[p,s,j,t]*(1-as[p,s,j,t])*(1+betap[j,t]*betap[j,t+1])))
    +sum(p in process,s in size,j in machinep,t in
5..5)(alphap[p,s,j,t]*(1-as[p,s,j,t]))
subject to {

```

forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..4)
 P[p,s,l,j,d1,t+1]=0;
 forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..3)
 P[p,s,l,j,d2,t+2]=0;
 forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..2)
 P[p,s,l,j,d3,t+3]=0;
 forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..1)
 P[p,s,l,j,d4,t+4]=0;
 forall(j in machinep,t in 1..4)
 L[j,t]+sum(p in process,s in size,l in liquid,d in
 demand)P[p,s,l,j,d,t]*ppt+sum(p in process,s in
 size)(alphap[p,s,j,t]*(1-as[p,s,j,t])*(1+betap[j,t]*betap[j,t+1]))*st[k1]=ctp[j,t];
 forall(j in machinep,t in 5..5)
 L[j,t]+sum(p in process,s in size,l in liquid,d in
 demand)P[p,s,l,j,d,t]*ppt+sum(p in process,s in
 size)(alphap[p,s,j,t]*(1-as[p,s,j,t]))*st[k1]=ctp[j,t];
 forall(j in machineh,t in 1..4)
 Lh[j,t]+sum(s in size,l in liquid)V[s,l,j,t]*pt[s,l,w1]+sum(s in size,l in
 liquid)(alphah[s,l,j,t]*(1-ash[s,l,j,t])*(betah[j,t]*betah[j,t+1]))*st[k2]=ctph[j,t];
 forall(j in machineh,t in 5..5)
 Lh[j,t]+sum(s in size,l in liquid)V[s,l,j,t]*pt[s,l,w1]+sum(s in size,l in
 liquid)(alphah[s,l,j,t]*(1-ash[s,l,j,t]))*st[k2]=ctph[j,t];
 forall(j in machineo,t in 1..4)
 Lo[j,t]+sum(s in size,l in liquid)O[s,l,j,t]*pt[s,l,w2]+sum(l in
 liquid)(alphao[l,j,t]*(1-aso[l,j,t])*(betao[j,t]*betao[j,t+1]))*st[k3]=ctpo[j,t];
 forall(j in machineo,t in 5..5)
 Lo[j,t]+sum(s in size,l in liquid)O[s,l,j,t]*pt[s,l,w2]+sum(l in
 liquid)(alphao[l,j,t]*(1-aso[l,j,t]))*st[k3]=ctpo[j,t];
 forall(s in size,l in liquid,t in time)
 sum(p in process)U[p,s,l,t]=atp[s,l,t];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep)P[p,s,l,j,d1,1]=patp[p,s,l,1]+U[p,s,l,1];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep,t in 1..2)P[p,s,l,j,d2,t]=patp[p,s,l,2]+U[p,s,l,2];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep,t in 1..3)P[p,s,l,j,d3,t]=patp[p,s,l,3]+U[p,s,l,3];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep,t in 1..4)P[p,s,l,j,d4,t]=patp[p,s,l,4]+U[p,s,l,4];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep,t in 1..5)P[p,s,l,j,d5,t]=patp[p,s,l,5]+U[p,s,l,5];
 forall(s in size,l in liquid)
 sum(p in process,j in machinep,t in 1..5)P[p,s,l,j,d5,t]=sum(p in
 process)patp[p,s,l,5]+atp[s,l,5];
 forall(p in process,s in size,j in machinep,t in time)
 sum(l in liquid,d in demand)P[p,s,l,j,d,t]<=alphap[p,s,j,t]*Q;


```

forall(p in process,s in size,j in machinep,t in time)
sum(l in liquid,d in demand)P[p,s,l,j,d,t]>=alphap[p,s,j,t];
forall(s in size,l in liquid,t in 1..5)
sum(j in machineh)B[s,l,j,t]=sum(j in machinep,d in demand)P[p1,s,l,j,d,t];
forall(s in size,l in liquid,t in 1..5)
sum(j in machineo)O[s,l,j,t]=sum(j in machinep,d in demand)P[p2,s,l,j,d,t];
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in time)
B[s,l,j,t]<=alphah[s,l,j,t]*Q;
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in time)
B[s,l,j,t]>=alphah[s,l,j,t];
forall(l in liquid,j in machineo,t in time)
sum(s in size)O[s,l,j,t]<=alphao[l,j,t]*Q;
forall(l in liquid,j in machineo,t in time)
sum(s in size)O[s,l,j,t]>=alphao[l,j,t];
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in time)
(V[s,l,j,t]-1)*6<=B[s,l,j,t];
forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in time)
V[s,l,j,t]*6>=B[s,l,j,t];

};

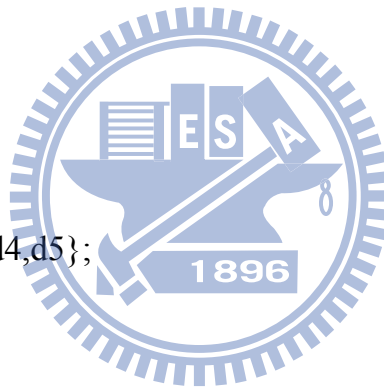
```

1-5 重排程模式

```

//下標
int time_Num=...;
enum demand{d1,d2,d3,d4,d5};
//參數範圍
enum process{p1,p2};
enum size{s1,s2,s3};
enum liquid{l1,l2,l3};
enum work2{w1,w2};
enum work{k1,k2,k3};
enum machinep{m1,m2,m3,m4,m5};
enum machineh{h1,h2,h3,h4,h5,h6,h7,h8,h9};
enum machineo{o1,o2,o3,o4,o5};
range time 1..time_Num;
//已知參數
int+ ppt=...;
int+ bmax=...;
int+ Q=...;
int+ au=...;
//參數矩陣
int+ st[work]=...;
int+ pt[size,liquid,work2]=...;
int+ patp[process,size,liquid,time]=...;
int+ atp[size,liquid,time]=...;
int+ ctp[machinep,time]=...;

```



```

int+ ctp[machineh,time]=...;
int+ ctpo[machineo,time]=...;
int+ as[process,size,machinep,time]=...;
int+ ash[size,liquid,machineh,time]=...;
int+ aso[liquid,machineo,time]=...;
int+ betap[machinep,time]=...;
int+ betah[machineh,time]=...;
int+ betao[machineo,time]=...;

```

//決策變數矩陣

```

var int+ L[machinep,time] in 0..10000000;
var int+ Lh[machineh,time] in 0..10000000;
var int+ Lo[machineo,time] in 0..10000000;
var int+ P[process,size,liquid,machinep,demand,time] in 0..10000;
var int+ U[process,size,liquid,time] in 0..1000000;
var int+ B[size,liquid,machineh,time] in 0..10000;
var int+ O[size,liquid,machineo,time] in 0..10000;
var int+ V[size,liquid,machineh,time] in 0..10000;
var int+ alphap[process,size,machinep,time] in 0..1;
var int+ alphao[liquid,machineo,time] in 0..1;
var int+ alphah[size,liquid,machineh,time] in 0..1;
var float+ u1[machinep,time] in 0..1;
var float+ u2[machinep,time] in 0..1;

```

minimize//目標式

```

sum(j in machinep,t in time)(u1[j,t]+u2[j,t])subject to {
forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..4)
P[p,s,l,j,d1,t+1]=0;
forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..3)
P[p,s,l,j,d2,t+2]=0;
forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..2)
P[p,s,l,j,d3,t+3]=0;
forall(p in process,s in size,l in liquid,j in machinep,t in 1..1)
P[p,s,l,j,d4,t+4]=0;
forall(j in machinep,t in time)
u1[j,t]-u2[j,t]=((cap[j,t]-L[j,t])/cap[j,t])-au;
forall(j in machinep,t in 1..4)
L[j,t]+sum(p in process,s in size,l in liquid,d in
demand)P[p,s,l,j,d,t]*ppt+sum(p in process,s in
size)(alphap[p,s,j,t]*(1-as[p,s,j,t])*(1+betap[j,t]*betap[j,t+1]))*st[k1]=ctp[j,t];
forall(j in machinep,t in 5..5)
L[j,t]+sum(p in process,s in size,l in liquid,d in
demand)P[p,s,l,j,d,t]*ppt+sum(p in process,s in
size)(alphap[p,s,j,t]*(1-as[p,s,j,t]))*st[k1]=ctp[j,t];
forall(j in machineh,t in 1..4)
Lh[j,t]+sum(s in size,l in liquid)V[s,l,j,t]*pt[s,l,w1]+sum(s in size,l in


```

liquid)(alphah[s,l,j,t]*(1-ash[s,l,j,t])*(betah[j,t]*betah[j,t+1]))*st[k2]=ctph[j,t];
 forall(j in machineh,t in 5..5)
 Lh[j,t]+sum(s in size,l in liquid)V[s,l,j,t]*pt[s,l,w1]+sum(s in size,l in
 liquid)(alphah[s,l,j,t]*(1-ash[s,l,j,t]))*st[k2]=ctph[j,t];
 forall(m in machineo,t in 1..4)
 Lo[m,t]+sum(s in size,l in liquid)O[s,l,m,t]*pt[s,l,w2]+sum(l in
 liquid)(alphao[l,m,t]*(1-aso[l,m,t])*(betao[m,t]*betao[m,t+1]))*st[k3]=ctpo[m,
 t];
 forall(m in machineo,t in 5..5)
 Lo[m,t]+sum(s in size,l in liquid)O[s,l,m,t]*pt[s,l,w2]+sum(l in
 liquid)(alphao[l,m,t]*(1-aso[l,m,t]))*st[k3]=ctpo[m,t];
 forall(s in size,l in liquid,t in time)
 sum(p in process)U[p,s,l,t]=atp[s,l,t];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep)P[p,s,l,j,d1,t]=patp[p,s,l,1]+U[p,s,l,1];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep,t in 1..2)P[p,s,l,j,d2,t]=patp[p,s,l,2]+U[p,s,l,2];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep,t in 1..3)P[p,s,l,j,d3,t]=patp[p,s,l,3]+U[p,s,l,3];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep,t in 1..4)P[p,s,l,j,d4,t]=patp[p,s,l,4]+U[p,s,l,4];
 forall(p in process,s in size,l in liquid)
 sum(j in machinep,t in 1..5)P[p,s,l,j,d5,t]=patp[p,s,l,5]+U[p,s,l,5];
 forall(s in size,l in liquid)
 sum(p in process,j in machinep,t in 1..5)P[p,s,l,j,d5,t]=sum(p in
 process)patp[p,s,l,5]+atp[s,l,5];
 forall(p in process,s in size,j in machinep,t in time)
 sum(l in liquid,d in demand)P[p,s,l,j,d,t]<=alphap[p,s,j,t]*Q;
 forall(p in process,s in size,j in machinep,t in time)
 sum(l in liquid,d in demand)P[p,s,l,j,d,t]>=alphap[p,s,j,t];
 forall(s in size,l in liquid,t in 1..5)
 sum(j in machineh)B[s,l,j,t]=sum(j in machinep,d in demand)P[p1,s,l,j,d,t];
 forall(s in size,l in liquid,t in 1..5)
 sum(j in machineo)O[s,l,j,t]=sum(j in machinep,d in demand)P[p2,s,l,j,d,t];
 forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in time)
 B[s,l,j,t]<=alphah[s,l,j,t]*Q;
 forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in time)
 B[s,l,j,t]>=alphah[s,l,j,t];
 forall(l in liquid,m in machineo,t in time)
 sum(s in size)O[s,l,m,t]<=alphao[l,m,t]*Q;
 forall(l in liquid,m in machineo,t in time)
 sum(s in size)O[s,l,m,t]>=alphao[l,m,t];
 forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in time)
 (V[s,l,j,t]-1)*6<=B[s,l,j,t];
 forall(s in size,l in liquid,j in machineh,t in time)
 V[s,l,j,t]*6>=B[s,l,j,t];

};



附錄二、模式求解結果(僅列非 0 變數)

2-1 重點工作站排程求解模式求解結果

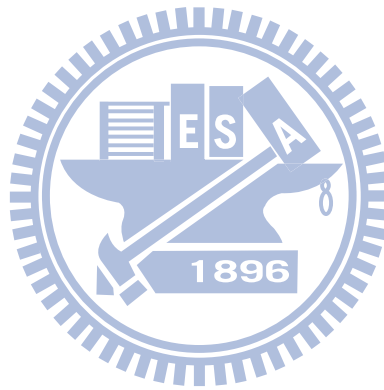
gammap[1,2,1,2]=1	alphah[2,1,3,3]=1	yh[5,5]=1
gammap[1,2,1,3]=1	alphah[2,3,3,3]=1	yh[8,5]=1
gammap[1,2,1,4]=1	alphah[3,2,3,3]=1	betah[1,2]=1
gammap[1,2,1,5]=1	alphah[3,3,3,3]=1	betah[3,2]=1
gammap[1,3,2,2]=1	alphah[2,1,4,3]=1	betah[4,2]=1
gammap[1,3,2,3]=1	alphah[2,1,5,3]=1	betah[2,3]=1
gammap[1,3,2,4]=1	alphah[3,2,5,3]=1	betah[3,3]=1
gammap[1,3,2,5]=1	alphah[3,3,5,3]=1	betah[4,3]=1
gammap[2,3,3,2]=1	alphah[1,2,6,3]=1	betah[2,4]=1
gammap[2,3,3,3]=1	alphah[3,2,6,3]=1	betah[8,4]=1
gammap[2,1,3,4]=1	alphah[2,3,7,3]=1	betah[4,5]=1
gammap[2,1,3,5]=1	alphah[3,2,7,3]=1	alphao[2,2,1]=1
gammap[1,1,4,2]=1	alphah[1,2,8,3]=1	alphao[3,3,1]=1
gammap[1,1,4,3]=1	alphah[1,3,8,3]=1	alphao[1,4,1]=1
gammap[1,1,4,4]=1	alphah[2,1,8,3]=1	alphao[3,5,1]=1
gammap[1,1,4,5]=1	alphah[2,1,1,4]=1	alphao[1,1,2]=1
gammap[2,1,5,2]=1	alphah[3,2,1,4]=1	alphao[2,1,2]=1
gammap[2,2,5,3]=1	alphah[1,2,2,4]=1	alphao[1,2,2]=1
gammap[2,2,5,4]=1	alphah[1,3,2,4]=1	alphao[2,2,2]=1
gammap[2,2,5,5]=1	alphah[2,3,2,4]=1	alphao[3,2,2]=1
yp[5,2]=1	alphah[1,3,3,4]=1	alphao[1,3,2]=1
yp[3,3]=1	alphah[2,3,3,4]=1	alphao[2,3,2]=1
betap[1,2]=1	alphah[1,1,4,4]=1	alphao[3,3,2]=1
betap[2,2]=1	alphah[1,3,4,4]=1	alphao[1,4,2]=1
betap[3,2]=1	alphah[2,1,4,4]=1	alphao[2,4,2]=1
betap[4,2]=1	alphah[2,3,4,4]=1	alphao[3,4,2]=1
betap[5,2]=1	alphah[3,2,4,4]=1	alphao[1,5,2]=1
betap[1,3]=1	alphah[3,3,4,4]=1	alphao[2,5,2]=1
betap[2,3]=1	alphah[1,1,5,4]=1	alphao[3,5,2]=1
betap[3,3]=1	alphah[1,2,5,4]=1	alphao[1,1,3]=1
betap[4,3]=1	alphah[1,3,5,4]=1	alphao[2,1,3]=1
betap[5,3]=1	alphah[2,1,5,4]=1	alphao[3,1,3]=1
betap[1,4]=1	alphah[2,3,5,4]=1	alphao[3,2,3]=1
betap[2,4]=1	alphah[3,2,5,4]=1	alphao[1,3,3]=1
betap[3,4]=1	alphah[1,2,6,4]=1	alphao[3,3,3]=1
betap[4,4]=1	alphah[1,3,6,4]=1	alphao[2,4,3]=1
betap[5,4]=1	alphah[2,1,6,4]=1	alphao[3,4,3]=1
betap[1,5]=1	alphah[2,3,6,4]=1	alphao[1,5,3]=1
betap[2,5]=1	alphah[3,2,6,4]=1	alphao[3,5,3]=1
betap[3,5]=1	alphah[2,1,7,4]=1	alphao[1,1,4]=1
betap[4,5]=1	alphah[1,2,8,4]=1	alphao[2,1,4]=1
betap[5,5]=1	alphah[1,3,9,4]=1	alphao[3,1,4]=1
		alphao[1,2,4]=1

2-1 重點工作站排程求解模式求解結果(續)

alphah[1,3,1,1]=1	alphah[2,1,9,4]=1	alphao[2,2,4]=1
alphah[2,3,2,1]=1	alphah[2,3,9,4]=1	alphao[3,2,4]=1
alphah[1,1,3,1]=1	alphah[1,3,1,5]=1	alphao[1,3,4]=1
alphah[3,2,4,1]=1	alphah[2,3,1,5]=1	alphao[2,3,4]=1
alphah[2,2,5,1]=1	alphah[1,1,4,5]=1	alphao[3,3,4]=1
alphah[2,2,6,1]=1	alphah[1,3,4,5]=1	alphao[1,4,4]=1
alphah[3,3,7,1]=1	alphah[2,3,4,5]=1	alphao[2,4,4]=1
alphah[3,3,8,1]=1	alphah[1,1,5,5]=1	alphao[3,4,4]=1
alphah[1,2,9,1]=1	alphah[1,3,5,5]=1	alphao[1,5,4]=1
alphah[1,1,1,2]=1	alphah[3,3,5,5]=1	alphao[2,5,4]=1
alphah[1,2,1,2]=1	alphah[1,1,6,5]=1	alphao[1,1,5]=1
alphah[1,3,1,2]=1	alphah[2,3,7,5]=1	alphao[2,1,5]=1
alphah[2,1,1,2]=1	alphah[1,1,8,5]=1	alphao[1,2,5]=1
alphah[2,2,1,2]=1	alphah[1,3,8,5]=1	alphao[2,2,5]=1
alphah[3,1,1,2]=1	alphah[3,3,8,5]=1	alphao[3,2,5]=1
alphah[3,2,1,2]=1	gammah[1,1,3,2]=1	alphao[1,3,5]=1
alphah[3,3,1,2]=1	gammah[1,3,1,2]=1	alphao[2,3,5]=1
alphah[1,1,2,2]=1	gammah[3,2,4,2]=1	alphao[1,4,5]=1
alphah[1,2,2,2]=1	gammah[2,1,4,3]=1	alphao[2,5,5]=1
alphah[2,3,2,2]=1	gammah[3,2,3,3]=1	gammao[1,4,2]=1
alphah[3,1,2,2]=1	gammah[3,3,2,3]=1	gammao[2,2,2]=1
alphah[3,2,2,2]=1	gammah[1,2,8,4]=1	gammao[3,3,2]=1
alphah[3,3,2,2]=1	gammah[1,3,2,4]=1	gammao[1,1,3]=1
alphah[1,1,3,2]=1	gammah[1,1,4,5]=1	gammao[1,3,3]=1
alphah[1,2,3,2]=1	gammah[2,3,4,5]=1	gammao[2,4,3]=1
alphah[1,3,3,2]=1	yh[1,2]=1	gammao[3,2,3]=1
alphah[2,2,3,2]=1	yh[2,2]=1	gammao[1,5,4]=1
alphah[2,3,3,2]=1	yh[3,2]=1	gammao[2,1,4]=1
alphah[3,1,3,2]=1	yh[4,2]=1	gammao[3,1,4]=1
alphah[3,2,3,2]=1	yh[5,2]=1	gammao[3,3,4]=1
alphah[1,3,4,2]=1	yh[9,2]=1	gammao[3,4,4]=1
alphah[2,1,4,2]=1	yh[1,3]=1	gammao[1,4,5]=1
alphah[3,2,4,2]=1	yh[2,3]=1	gammao[2,5,5]=1
alphah[2,2,5,2]=1	yh[3,3]=1	yo[1,2]=1
alphah[2,3,5,2]=1	yh[5,3]=1	yo[2,2]=1
alphah[2,1,6,2]=1	yh[6,3]=1	yo[3,2]=1
alphah[1,3,8,2]=1	yh[7,3]=1	yo[4,2]=1
alphah[1,1,9,2]=1	yh[8,3]=1	yo[5,2]=1
alphah[2,1,9,2]=1	yh[1,4]=1	yo[1,3]=1
alphah[3,1,9,2]=1	yh[2,4]=1	yo[3,3]=1
alphah[3,2,9,2]=1	yh[3,4]=1	yo[4,3]=1
alphah[3,3,9,2]=1	yh[4,4]=1	yo[5,3]=1
alphah[1,2,1,3]=1	yh[5,4]=1	yo[1,4]=1
alphah[2,3,1,3]=1	yh[6,4]=1	yo[2,4]=1
alphah[1,3,2,3]=1	yh[9,4]=1	yo[3,4]=1
alphah[3,3,2,3]=1	yh[1,5]=1	yo[4,4]=1
		yo[5,4]=1
		yo[1,5]=1

2-1 重點工作站排程求解模式求解結果(續)

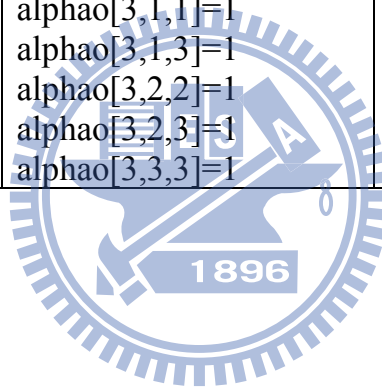
alphah[1,1,3,3]=1	yh[4,5]=1	yo[2,5]=1 yo[3,5]=1 betao[2,2]=1 betao[3,2]=1 betao[4,2]=1 betao[1,3]=1 betao[2,3]=1 betao[3,3]=1 betao[4,3]=1 betao[1,4]=1 betao[3,4]=1 betao[4,4]=1 betao[5,4]=1 betao[4,5]=1 betao[5,5]=1
-------------------	-----------	--



2-2 產能允諾規劃求解結果

L[1,1]=360	Lh[1,1]=234200	Lo[1,1]=726300
L[1,2]=576	Lh[1,2]=11780	Lo[1,2]=475380
L[1,3]=2736	Lh[1,3]=8320	Lo[1,3]=620
L[1,4]=2736	Lh[1,4]=12420	Lo[1,4]=220
L[1,5]=76320	Lh[1,5]=4320	Lo[1,5]=168820
L[2,1]=13536	Lh[2,1]=10200	Lo[2,1]=65700
L[2,2]=576	Lh[2,2]=9280	Lo[2,2]=880
L[2,3]=864	Lh[2,3]=5120	Lo[2,3]=289220
L[2,4]=18000	Lh[2,4]=30520	Lo[2,4]=6260
L[2,5]=82368	Lh[2,5]=328320	Lo[2,5]=315020
L[3,1]=4392	Lh[3,1]=261600	Lo[3,1]=335600
L[3,2]=576	Lh[3,2]=5680	Lo[3,2]=1380
L[3,3]=792	Lh[3,3]=12020	Lo[3,3]=1020
L[3,4]=720	Lh[3,4]=34920	Lo[3,4]=177120
L[3,5]=720	Lh[3,5]=328320	Lo[3,5]=321820
L[4,1]=360	Lh[4,1]=11900	Lo[4,1]=384600
L[4,2]=576	Lh[4,2]=15980	Lo[4,2]=448780
L[4,3]=720	Lh[4,3]=4320	Lo[4,3]=321620
L[4,4]=720	Lh[4,4]=217120	Lo[4,4]=132120
L[4,5]=720	Lh[4,5]=34320	Lo[4,5]=79120
L[5,1]=360	Lh[5,1]=631200	Lo[5,1]=17200
L[5,2]=648	Lh[5,2]=329880	
L[5,3]=720	Lh[5,3]=12020	
L[5,4]=720	Lh[5,4]=191520	
L[5,5]=184248	Lh[5,5]=12820	
Lo[5,2]=53280	Lh[6,1]=10200	
Lo[5,3]=39520	Lh[6,2]=5880	
Lo[5,4]=321820	Lh[6,3]=273120	
Lo[5,5]=116820	Lh[6,4]=25720	
	Lh[6,5]=8520	
	Lh[7,1]=11900	
	Lh[7,2]=384480	
	Lh[7,3]=56920	
	Lh[7,4]=314220	
	Lh[7,5]=17220	
	Lh[8,1]=752900	
	Lh[8,2]=199280	
	Lh[8,3]=127020	
	Lh[8,4]=49020	
	Lh[8,5]=25920	
	Lh[9,1]=155200	
	Lh[9,2]=10580	
	Lh[9,3]=328320	
	Lh[9,4]=2720	

	Lh[9,5]=328320	
B[1,2,7,2]=43	alphap[1,1,2,4]=1	
B[1,1,8,1]=18	alphap[1,1,4,1]=1	
B[1,1,1,2]=6	alphap[1,1,4,2]=1	
B[1,1,2,3]=6	alphap[1,1,4,3]=1	
B[1,2,5,1]=2	alphap[1,1,5,5]=1	
B[2,3,1,1]=8	alphap[1,2,1,1]=1	
O[1,2,4,1]=5	alphap[2,1,5,2]=1	
O[2,3,1,1]=63	alphap[2,2,2,1]=1	
O[2,3,1,3]=52	alphap[2,2,2,3]=1	
O[2,3,2,3]=25	alphap[2,2,5,3]=1	
O[2,3,2,2]=1	alphah[1,1,1,2]=1	
O[2,3,3,3]=1	alphah[1,1,2,3]=1	
U[1,1,2,4]=45	alphah[1,1,8,1]=1	
U[1,2,3,2]=8	alphah[1,2,5,1]=1	
U[2,2,3,2]=42	alphah[1,2,7,2]=1	
U[2,1,2,4]=5	alphah[2,3,1,1]=1	
V[1,2,7,2]=8	alphao[2,4,1]=1	
V[1,1,8,1]=3	alphao[3,1,1]=1	
V[1,1,1,2]=1	alphao[3,1,3]=1	
V[1,1,2,3]=1	alphao[3,2,2]=1	
V[1,2,5,1]=1	alphao[3,2,3]=1	
V[2,3,1,1]=2	alphao[3,3,3]=1	



2-3 重排程機制求解結果

L[1,1]=360	Lh[1,1]=113100	Lo[1,1]=404100
L[1,2]=576	Lh[1,2]=80	Lo[1,2]=487380
L[1,3]=720	Lh[1,3]=7920	Lo[1,3]=275120
L[1,4]=19008	Lh[1,4]=40020	Lo[1,4]=220
L[1,5]=18936	Lh[1,5]=4320	Lo[1,5]=20
L[2,1]=360	Lh[2,1]=10200	Lo[2,1]=0
L[2,2]=1584	Lh[2,2]=10280	Lo[2,2]=175380
L[2,3]=23904	Lh[2,3]=5320	Lo[2,3]=328320
L[2,4]=23904	Lh[2,4]=247520	Lo[2,4]=3220
L[2,5]=22968	Lh[2,5]=8520	Lo[2,5]=174620
L[3,1]=432	Lh[3,1]=29500	Lo[3,1]=558000
L[3,2]=360	Lh[3,2]=6280	Lo[3,2]=175080
L[3,3]=1584	Lh[3,3]=12420	Lo[3,3]=2520
L[3,4]=12816	Lh[3,4]=68820	Lo[3,4]=220
L[3,5]=1728	Lh[3,5]=287820	Lo[3,5]=326820
L[4,1]=360	Lh[4,1]=1600	Lo[4,1]=397200
L[4,2]=576	Lh[4,2]=385280	Lo[4,2]=102980
L[4,3]=19872	Lh[4,3]=320	Lo[4,3]=146220
L[4,4]=23904	Lh[4,4]=190920	Lo[4,4]=1220
L[4,5]=23904	Lh[4,5]=7720	Lo[4,5]=320
L[5,1]=360	Lh[5,1]=644700	Lo[5,1]=337200
L[5,2]=648	Lh[5,2]=248280	Lo[5,2]=680
L[5,3]=23904	Lh[5,3]=12020	Lo[5,3]=1120
L[5,4]=720	Lh[5,4]=300720	Lo[5,4]=222820
L[5,5]=20952	Lh[5,5]=26720	Lo[5,5]=116820
	Lh[6,1]=10200	
	Lh[6,2]=6480	
	Lh[6,3]=190920	
	Lh[6,4]=67820	
	Lh[6,5]=328320	
	Lh[7,1]=11900	
	Lh[7,2]=315180	
	Lh[7,3]=2520	
	Lh[7,4]=328320	
	Lh[7,5]=3920	
	Lh[8,1]=792800	
	Lh[8,2]=7480	
	Lh[8,3]=154420	
	Lh[8,4]=13220	
	Lh[8,5]=39820	
	Lh[9,1]=155200	
	Lh[9,2]=12380	
	Lh[9,3]=272720	
	Lh[9,4]=274120	

	Lh[9,5]=287220	
B[1,1,3,1]=250	O[1,1,5,3]=152	U[1,1,3,4]=193
B[1,1,2,5]=144	O[1,3,1,1]=152	U[1,3,3,4]=150
B[1,3,8,4]=135	O[1,1,4,3]=129	U[1,2,3,2]=27
B[1,1,4,5]=132	O[1,1,1,5]=119	U[1,1,1,5]=20
B[1,3,7,2]=32	O[1,1,4,5]=108	U[1,2,1,4]=1
B[1,1,3,5]=18	O[1,1,3,2]=64	U[2,1,1,5]=230
B[1,3,3,4]=17	O[1,3,4,4]=56	U[2,2,1,4]=199
B[1,1,7,5]=6	O[1,3,2,1]=48	U[2,2,3,2]=173
B[1,3,3,3]=6	O[1,1,1,1]=5	U[2,1,3,4]=57
B[1,3,3,1]=3	O[1,1,2,5]=3	
B[2,2,6,2]=216	O[1,3,3,4]=1	
B[2,3,4,3]=126	O[2,3,3,2]=125	
B[2,3,8,2]=83	O[2,1,3,4]=117	
B[2,2,1,2]=48	O[2,3,4,4]=104	
B[2,2,2,2]=18	O[2,1,1,1]=78	
B[2,2,9,2]=18	O[2,3,5,4]=64	
B[2,3,6,3]=18	O[2,3,1,1]=49	
B[2,3,7,2]=18	O[2,3,1,3]=31	
B[2,3,9,3]=16	O[2,1,2,4]=2	
B[2,3,5,3]=12	O[2,1,5,4]=2	
B[2,3,7,3]=12	O[3,3,4,2]=217	
B[2,3,4,1]=8	O[3,3,4,5]=106	
B[2,3,3,3]=6	O[3,3,2,5]=86	
B[2,3,8,3]=6	O[3,3,5,2]=37	
B[2,3,1,3]=2	O[3,3,1,1]=4	
B[2,1,9,3]=1		
B[3,2,3,2]=108		
B[3,3,3,1]=84		
B[3,2,1,1]=57		
B[3,2,4,1]=48		
B[3,3,3,4]=46		
B[3,2,5,2]=36		
B[3,3,6,3]=14		
B[3,3,2,3]=6		
B[3,2,4,2]=1		

L[1,1]=360	Lh[1,1]=113100	Lo[1,1]=404100
L[1,2]=576	Lh[1,2]=80	Lo[1,2]=487380
L[1,3]=720	Lh[1,3]=7920	Lo[1,3]=275120
L[1,4]=19008	Lh[1,4]=40020	Lo[1,4]=220
L[1,5]=18936	Lh[1,5]=4320	Lo[1,5]=20
L[2,1]=360	Lh[2,1]=10200	Lo[2,1]=0
L[2,2]=1584	Lh[2,2]=10280	Lo[2,2]=175380
L[2,3]=23904	Lh[2,3]=5320	Lo[2,3]=328320
L[2,4]=23904	Lh[2,4]=247520	Lo[2,4]=3220
L[2,5]=22968	Lh[2,5]=8520	Lo[2,5]=174620
L[3,1]=432	Lh[3,1]=29500	Lo[3,1]=558000
L[3,2]=360	Lh[3,2]=6280	Lo[3,2]=175080
L[3,3]=1584	Lh[3,3]=12420	Lo[3,3]=2520
L[3,4]=12816	Lh[3,4]=68820	Lo[3,4]=220
L[3,5]=1728	Lh[3,5]=287820	Lo[3,5]=326820
L[4,1]=360	Lh[4,1]=1600	Lo[4,1]=397200
L[4,2]=576	Lh[4,2]=385280	Lo[4,2]=102980
L[4,3]=19872	Lh[4,3]=320	Lo[4,3]=146220
L[4,4]=23904	Lh[4,4]=190920	Lo[4,4]=1220
L[4,5]=23904	Lh[4,5]=7720	Lo[4,5]=320
L[5,1]=360	Lh[5,1]=644700	Lo[5,1]=337200
L[5,2]=648	Lh[5,2]=248280	Lo[5,2]=680
L[5,3]=23904	Lh[5,3]=12020	Lo[5,3]=1120
L[5,4]=720	Lh[5,4]=300720	Lo[5,4]=222820
L[5,5]=20952	Lh[5,5]=26720	Lo[5,5]=116820
	Lh[6,1]=10200	
	Lh[6,2]=6480	
	Lh[6,3]=190920	
	Lh[6,4]=67820	
	Lh[6,5]=328320	
	Lh[7,1]=11900	
	Lh[7,2]=315180	
	Lh[7,3]=2520	
	Lh[7,4]=328320	
	Lh[7,5]=3920	
	Lh[8,1]=792800	
	Lh[8,2]=7480	
	Lh[8,3]=154420	
	Lh[8,4]=13220	
	Lh[8,5]=39820	
	Lh[9,1]=155200	
	Lh[9,2]=12380	
	Lh[9,3]=272720	
	Lh[9,4]=274120	
	Lh[9,5]=287220	

$\text{alphap}[1,1,1,5]=1$ $\text{alphap}[1,1,4,1]=1$ $\text{alphap}[1,1,4,2]=1$ $\text{alphap}[1,1,4,3]=1$ $\text{alphap}[1,1,4,4]=1$ $\text{alphap}[1,1,4,5]=1$ $\text{alphap}[1,2,1,1]=1$ $\text{alphap}[1,2,1,2]=1$ $\text{alphap}[1,2,1,3]=1$ $\text{alphap}[1,3,2,1]=1$ $\text{alphap}[1,3,2,2]=1$ $\text{alphap}[1,3,2,3]=1$ $\text{alphap}[1,3,2,4]=1$ $\text{alphap}[2,1,2,5]=1$ $\text{alphap}[2,1,3,3]=1$ $\text{alphap}[2,1,3,4]=1$ $\text{alphap}[2,1,3,5]=1$ $\text{alphap}[2,1,5,1]=1$ $\text{alphap}[2,1,5,2]=1$ $\text{alphap}[2,2,1,4]=1$ $\text{alphap}[2,2,3,1]=1$ $\text{alphap}[2,2,5,2]=1$ $\text{alphap}[2,2,5,3]=1$ $\text{alphap}[2,3,3,1]=1$ $\text{alphap}[2,3,3,2]=1$ $\text{alphap}[2,3,5,5]=1$	$\text{alphah}[1,1,2,5]=1$ $\text{alphah}[1,1,3,1]=1$ $\text{alphah}[1,1,3,5]=1$ $\text{alphah}[1,1,4,5]=1$ $\text{alphah}[1,1,7,5]=1$ $\text{alphah}[1,3,3,1]=1$ $\text{alphah}[1,3,3,3]=1$ $\text{alphah}[1,3,3,4]=1$ $\text{alphah}[1,3,7,2]=1$ $\text{alphah}[1,3,8,4]=1$ $\text{alphah}[2,1,9,3]=1$ $\text{alphah}[2,2,1,2]=1$ $\text{alphah}[2,2,2,2]=1$ $\text{alphah}[2,2,6,2]=1$ $\text{alphah}[2,2,9,2]=1$ $\text{alphah}[2,3,1,3]=1$ $\text{alphah}[2,3,3,3]=1$ $\text{alphah}[2,3,4,1]=1$ $\text{alphah}[2,3,4,3]=1$ $\text{alphah}[2,3,5,3]=1$ $\text{alphah}[2,3,6,3]=1$ $\text{alphah}[2,3,7,2]=1$ $\text{alphah}[2,3,7,3]=1$ $\text{alphah}[2,3,8,2]=1$ $\text{alphah}[2,3,8,3]=1$ $\text{alphah}[2,3,9,3]=1$ $\text{alphah}[3,2,1,1]=1$ $\text{alphah}[3,2,3,2]=1$ $\text{alphah}[3,2,4,1]=1$ $\text{alphah}[3,2,4,2]=1$ $\text{alphah}[3,2,5,2]=1$ $\text{alphah}[3,3,2,3]=1$ $\text{alphah}[3,3,3,1]=1$ $\text{alphah}[3,3,3,4]=1$ $\text{alphah}[3,3,6,3]=1$	$\text{alphao}[1,1,1]=1$ $\text{alphao}[1,1,5]=1$ $\text{alphao}[1,2,4]=1$ $\text{alphao}[1,2,5]=1$ $\text{alphao}[1,3,2]=1$ $\text{alphao}[1,3,4]=1$ $\text{alphao}[1,4,3]=1$ $\text{alphao}[1,4,5]=1$ $\text{alphao}[1,5,3]=1$ $\text{alphao}[1,5,4]=1$ $\text{alphao}[3,1,1]=1$ $\text{alphao}[3,1,3]=1$ $\text{alphao}[3,2,1]=1$ $\text{alphao}[3,2,5]=1$ $\text{alphao}[3,3,2]=1$ $\text{alphao}[3,3,4]=1$ $\text{alphao}[3,4,2]=1$ $\text{alphao}[3,4,4]=1$ $\text{alphao}[3,4,5]=1$ $\text{alphao}[3,5,2]=1$ $\text{alphao}[3,5,4]=1$
--	--	--