

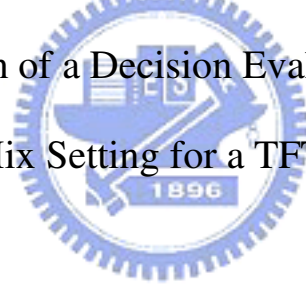
國立交通大學  
工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

TFT-LCD 廠生產組合決策評估系統之構建

The Construction of a Decision Evaluation System for

Production Mix Setting for a TFT-LCD Factory



研究生：張哲豪

指導教授：鍾淑馨 博士

中華民國九十五年七月

TFT-LCD 廠生產組合決策評估系統之構建  
The Construction of a Decision Evaluation System for  
Production Mix Setting for a TFT-LCD Factory

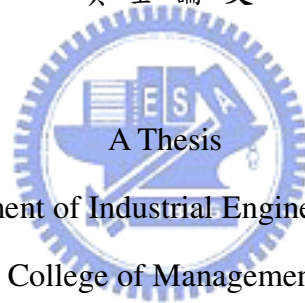
研究生：張哲豪

Student：Che-Hao Chang

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 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十五年七月

# TFT-LCD 廠生產組合決策評估系統之構建

研究生：張哲豪

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

近年來，薄膜液晶顯示器製造商積極擴建新世代廠，且生產之產品種類趨於多樣化，以滿足顧客之需求。然而，薄膜液晶顯示器之製程步驟主要分為三個階段，各階段製程之製程特性並非相同，部分工作站具有換線時間相對於加工時間相當長，因此產品種類數的多寡將影響生產系統之生產績效。此外，由於平均興建一座新世代廠約需新台幣 700 億，且機台價格動輒上億元的情況下，廠房規模之大小將直接影響財務相關之績效。因此，在同時考量財務與生產現場之績效下，本文提出「生產組合決策評估系統」，在追求整體生產效率最佳之原則下，於建廠前規劃生產組合，亦即決定廠房規模與產品種類數。

對於此課題，本文首先發展「生產組合情境方案設計機制」，設計不同廠房規模與產品種類數並進行配對，以獲得各種生產組合情境方案。接著，「機台規劃模組」針對各生產組合情境方案，在避免各階段製程之瓶頸發生短暫飄移的前提下，利用數學模式規劃各階段製程各工作站之機台數。接著，為能利用模擬蒐集各生產組合情境方案之相關生產績效值，「主生產排程規劃模組」分別建構組立階段製程與組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置之線性規劃模式，以規劃各期各產品於各階段製程之加工數量與順序，作為模擬運作之投料方式。最後，「最適生產組合評選模組」運用模擬系統產生各生產組合情境方案之生產績效資訊，利用資料包絡分析法之交叉效率法進行評估，以選出具有最佳整體生產效率之生產組合情境方案。

實驗結果顯示，本文所提出之生產組合決策評估系統，可在因應未來市場需求下，快速且合理地設計各種不同之生產組合情境方案，並且在同時衡量多項績效指標的前提下，利用交叉效率法客觀且明確地評選出整體

生產效率最佳之生產組合情境。整體而言，本文所提之方法淺顯易懂，除了方便管理者使用，亦可提供企業一系統化之評選流程，以在建廠規劃前決定最適之廠房規模與產品種類數。

關鍵詞：薄膜液晶顯示器、生產組合、生產效率、資料包絡分析法



# The Construction of a Decision Evaluation System for Production Mix Setting for a TFT-LCD Factory

Student: Che-Hao Chang

Advisor: Dr. Shu-Hsing Chung

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

## Abstract

In order to meet customers' demand, the TFT-LCD manufacturers build new generation factories actively and produce more various products, in recent years. However, the manufacturing process of TFT-LCD mainly consists of three stages, each stage has its distinct characteristics. Notice that the setup time of some workstations are very long, thus the number of product types being produced in a factory simultaneously will influence the system performance. Furthermore, since the capital of a new generation factory costs 70 billion new Taiwan dollars and a machine costs more than one billion new Taiwan dollars commonly, the factory scale will affect the financial performance. Thus, considering financial and production performance simultaneously before building a new factory, this thesis proposes a decision evaluation system for production mix setting to determine the factory scale and the number of product types for achieving the optimal productive efficiency as the principle.

This thesis first develops production mix design mechanism to obtain all available production mix scenarios. Then, in tool planning module, with the principle of avoiding the bottleneck shifting in each manufacturing stage, a mathematic model is proposed to plan tool units needed for each workstation for every production mix scenario. Next, the master production scheduling and planning module constructs two linear programming modules for cell assembly and module assembly respectively, to derive the production quantity of each product type and the production sequence at each time period of each manufacturing stage.

Then, the simulation model is run with these results as the input to obtain production performance for each production mix scenario. Finally, the optimal production mix assessment and selection mechanism is built. Based on cross efficiency method of Data Envelopment Analysis (DEA), this mechanism evaluates all available production mix scenarios based on the performance values obtained by simulation system and determines the production mix scenario with the optimal productive efficiency.

Experimental result shows, the proposed decision evaluation system can not only generate all available production mix scenarios fast and reasonably to meet market demand, but also select the production mix scenario with the optimal productive efficiency objectively and explicitly under multiple performance measurements. Overall, this system can be easily understood and used by managers, and provides an enterprise with a systematic assessment procedures to determine the factory scale and the number of product types before building a factory.



Keywords: TFT-LCD, Production Mix, Productive Efficiency, DEA

## 誌謝

研究所的生活終於來到了即將離別的日子，首先我得衷心地感謝鍾淑馨教授，在這兩年來耐心地指導與教誨，以及對日常生活的關心，讓我可以溫馨的環境中，經過不斷地磨練進而成長後，順利完成這份論文。老師您真的辛苦了，在此祝您身體健康，培育更多優秀的學生!!

另外，感謝俊穎學長、于婷學姊以及威良學長適時地在我茫然時給予建議與鼓勵。還有，我要謝謝這些日子以來，陪伴我的好同學們：源翌、柏先、翊展、雅斐、佩青、自誠、宇帆、進立、頌翔、志偉、蕙純、小龜、老薛，以及學弟妹們，有了你們，我的碩士生活才得以用歡笑代替苦悶，能與你們在同一個學習環境奮力打拼，同甘共苦真的很高興。未來的日子，希望大家都能夠順順利利，有空再一起多聚聚!!

最後，我得感謝我的家人，尤其是我親愛的父母，您們的支持與鼓勵，是我求學過程最大的原動力，我也不負您們的期望，順利地完成碩士學歷，就讓我們一起分享這份喜悅吧!!



哲豪 于風城交大

# 目錄

摘要.....	i
Abstract.....	iii
誌謝.....	v
目錄.....	vi
圖目錄.....	ix
表目錄.....	x
符號表.....	xiii
第一章 緒論.....	1
1.1、研究背景與動機.....	1
1.2、研究目的.....	2
1.3、研究範圍與限制.....	3
1.4、研究方法與步驟.....	4
第二章 文獻探討.....	6
2.1、TFT-LCD 三階段製程之介紹.....	6
2.1.1、薄膜電晶體陣列(Array)生產特性.....	11
2.1.2、液晶面板組立(Cell Assembly) 生產特性.....	13
2.1.3、電路模組組裝(Module Assembly) 生產特性.....	13
2.2、產能規劃.....	14
2.3、機台具換線特性之生產規劃.....	15
2.4、投料規劃.....	17
2.5、資料包絡分析法.....	17
2.5.1、效率衡量.....	18
2.5.3、資料包絡分析法之優點與限制.....	21
2.5.4、應用資料包絡分析法之相關研究.....	22
2.6、系統績效指標.....	23



第三章 模式建構.....	24
3.1、問題定義與分析 .....	24
3.2、整體邏輯與架構 .....	26
3.3、瓶頸資源定義機制.....	28
3.4、生產組合情境方案設定.....	29
3.4.1、廠房規模設定機制 .....	30
3.4.2、產品種類挑選機制 .....	31
3.5、機台規劃模組 .....	33
3.5.1、組立階段製程之瓶頸工作站機台數估算機制 .....	35
3.5.3、陣列階段製程之機台規劃機制.....	39
3.5.4、組立階段製程之機台規劃機制.....	42
3.5.5、組裝階段製程之機台規劃機制.....	43
3.6、主生產排程規劃模組.....	44
3.6.1、組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式 .....	45
3.6.2、組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式 .....	53
3.6.3、投料規劃機制.....	59
3.7、最適生產組合評選模組.....	60
3.7.1、模擬模式之建構與執行 .....	61
3.7.2、資料包絡分析法之評估 .....	61
第四章 模擬驗證.....	64
4.1、系統環境說明 .....	64
4.1.1、生產環境資料.....	64
4.1.2、機台規劃假設.....	65
4.1.3 主生產排程規劃假設 .....	66
4.2、瓶頸資源定義機制.....	66
4.3、情境方案設定 .....	67
4.3.1 產出目標設定機制 .....	67
4.3.2、產品種類挑選機制 .....	69
4.3.3、產品種類數之設定與生產組合情境方案設定 .....	70
4.4、機台規劃模組 .....	72
4.4.1、組立階段製程之瓶頸工作站機台數估算機制 .....	72
4.4.3、陣列階段製程之機台規劃機制.....	74
4.4.4、組立階段製程之機台規劃機制.....	77
4.4.5、組裝階段製程之機台規劃機制.....	79

4.5、主生產排程規劃模組.....	81
4.5.1、組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式 .....	81
4.5.2、組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式 .....	83
4.6、投料規劃機制 .....	85
4.7、最適生產組合情境方案評選模組 .....	89
4.7.1、模擬模式之建構與執行 .....	89
4.7.2、資料包絡分析法之評估 .....	89
第五章 結論與未來研究方向 .....	95
5.1、結論.....	95
5.2、未來研究方向 .....	97
參考文獻 .....	98
附錄 A、各階段製程之產品製程資料 .....	102
附錄 B、各階段製程各工作站相關資料.....	106
附表 C、各階段製程各工作站之機台單位成本(單位：百萬).....	108
附錄 D、各生產組合情境方案之各階段製程各產品產出目標.....	109
附錄 E、各生產組合情境方案之各階段製程各工作站機台數 .....	116
附錄 F、各生產組合情境方案之各階段製程之各期投料量 .....	119
附錄 G、各生產組合情境方案於組立階段製程瓶頸工作站產能配置 .	125
附錄 H、各生產組合情境方案於組裝階段製程瓶頸工作站產能配置 .	129
附錄 I、各生產組合情境方案於陣列階段製程之投料間隔時間 .....	134
附錄 J、各生產組合情境方案於組立階段製程之投料間隔時間與順序 .....	136
附錄 K、各生產組合情境方案於組裝階段製程之投料間隔時間與順序 .....	139

## 圖目錄

圖 2-1、薄膜電晶體陣列製程流程圖[32] .....	7
圖 2-2、液晶面板組立段製程圖[27].....	8
圖 2-3、電路模組組裝段製程圖[38][43] .....	11
圖 2-4、總體效率、技術效率及規模效率示意圖[42].....	20



## 表目錄

表 2-1、各世代廠之玻璃基板可供不同面板尺寸之切割片數與利用率 ....	12
表 2-2、應用 DEA 於製造業之文獻 .....	22
表 3-1、機台之可能生產情況 .....	52
表 3-2、交叉效率矩陣 .....	63
表 4-1、玻璃基板之單位成本以及可供不同產品之切割片數與利用率 ....	65
表 4-2、各產品之市場最高與最低預測需求量以及市場價格 .....	66
表 4-3、組立階段製程各工作站之換線時間用於加工最大可生產數量 ....	67
表 4-4、組裝階段製程各工作站之換線時間用於加工最大可生產數量 ....	67
表 4-5、陣列階段製程瓶頸機台數與其最大可用產能 .....	68
表 4-6、陣列階段製程瓶頸機台數與其最大可用產能 .....	69
表 4-7、玻璃基板生產各產品別之損失成本(單位:千元).....	69
表 4-8、玻璃基板生產各產品別之總利潤(單位:千元).....	69
表 4-9、玻璃基板生產各產品別之生產效益(單位:千元).....	69
表 4-10、玻璃基板生產各產品之生產效益排序表 .....	70
表 4-11、各種產品種類數下所挑選之產品種類 .....	70
表 4-12、各產品生產最高市場預測需求時所需之玻璃基板數 .....	70
表 4-13、於各挑選順位之最大所需玻璃基板累計數(單位：LOT).....	71
表 4-14、生產組合情境方案 .....	71
表 4-15、組立階段製程瓶頸工作站之及台數求算結果 .....	73
表 4-16、陣列階段製程各產品之玻璃基板產出量 .....	73
表 4-17、組立階段製程之各產品產出目標(單位：卡匣).....	74
表 4-18、組裝階段製程之各產品產出目標(單位：卡匣).....	74
表 4-19、各屬性工件於陣列階段製程非瓶頸工作站之期望加工次數 .....	75
表 4-20、各屬性別工件於非瓶頸工作站所耗用之產能(單位:分鐘) .....	76

表 4-21、規劃幅度內產出目標在非瓶頸工作站所耗用之總產能(分鐘)....	76
表 4-22、規劃幅度內陣列階段製程各非瓶頸工作單一機台可提供之產能(分鐘) .....	77
表 4-23、陣列階段製程之各非瓶頸工作站機台數 .....	77
表 4-24、組立階段製程之各非瓶頸工作站所需耗用之總產能.....	78
表 4-25、組立階段製程各非瓶頸工作之單一機台最大可用產能(秒).....	78
表 4-26、組立階段製程各非瓶頸工作之最適機台數 .....	79
表 4-27、組裝階段製程各工作站 $K$ 之總需求產能 .....	79
表 4-28、組裝階段製程各工作站 $K$ 之單一機台最大可提供之產能 .....	80
表 4-29、組裝階段製程各工作站 $K$ 之粗估機台數 .....	80
表 4-30、組裝階段製程各工作站 $K$ 之理論利用率 .....	80
表 4-31、生產組合情境方案 $D-S=1-5$ 於陣列階段製程之各產品各期之總產量.....	82
表 4-32、生產組合情境方案 $D-S=1-5$ 於組立階段製程之各產品各期之總產量.....	82
表 4-33、生產組合情境方案 $D-S=1-5$ 之組立階段製程瓶頸工作站機台配置結果.....	82
表 4-33、生產組合情境方案 $D-S=1-5$ 之組立階段製程瓶頸工作站機台配置結果(續).....	83
表 4-34、組裝階段製程之各產品各期之物料供給量 .....	84
表 4-35、生產組合情境方案 $D-S=1-5$ 之組裝階段製程瓶頸工作站機台配置結果.....	84
表 4-35、生產組合情境方案 $D-S=1-5$ 之組裝階段製程瓶頸工作站機台配置結果(續).....	85
表 4-36、陣列階段製程之各產品各規劃週期之投料間隔時間(秒) .....	86
表 4-37、生產組合情境方案(1-5)之組立階段製程各暫存區於各規劃週期之投料量.....	86
表 4-38、組立階段製程之投料間隔時間與投料順序 .....	87

表 4-39、生產組合情境方案(1-5)於組裝階段製程之各暫存區於各規劃週期 投料量 .....	88
表 4-40、組裝階段製程之投料間隔時間與投料順序 .....	88
表 4-41、各生產組合情境方案之各績效指標值 .....	90
表 4-41、各生產組合情境方案之各績效指標值(續).....	91
表 4-42、各受評單位之利潤與產出量達程度分析 .....	91
表 4-43、各受評單位各績效指標之最佳權數( $10^{-8}$ ) .....	92
表 4-44、交叉效率法之排序結果 .....	94



## 符號表

### ➤ 符號下標

$a$  : 受評單位別，表示第  $a$  個受評單位

$b$  : 投料暫存區別； $b=1,2,\dots,B_j$

$d$  : 陣列階段製程之瓶頸工作站機台數設定方案別； $d=1,2,\dots,D$

$g$  : 量測工作站別； $g=1$ (表示陣列階段製程之 W18 工作站)， $g=2$ (表示陣列階段製程之 W19 工作站)

$i$  : 產品種類； $i=1,2,\dots,I$

$j$  : 製程階段別； $j=1$  時為陣列階段製程， $j=2$  時為組立階段製程， $j=3$  時為組裝階段製程

$k$  : 工作站別；表示各階段製程第  $k$  個工作站， $k=1,2,\dots,BN,\dots,K$  ( $BN$  為各階段製程之瓶頸工作站)

$l$  : 層級別；表示產品於陣列階段製程之第  $l$  層級加工， $l=1,2,\dots,L$

$m$  : 機台別；各階段製程各工作站之第  $m$  台機台， $m=1,2,\dots,M_{j,k}$

$p$  : 受評單位別，表示第  $p$  個受評單位

$q$  : 受評單位別，表示第  $q$  個受評單位

$s_d$  : 在情境方案別  $d$  中，產品種類數； $s_d = s_d^{\min}, s_d^{\min} + 1, \dots, s_d^{\max} - 1, s_d^{\max}$

$t$  : 規劃週期別； $t=1,2,\dots,T$

$w$  : 投入項別； $w=1,2,\dots,W$

$z$  : 產出項別； $z=1,2,\dots,Z$

### ➤ 一般符號

$B_j$  : 製程階段  $j$  之投料暫存區數

$C_{j,k}^{\max}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  之機台最大載入批量



$Cut_i$  : 產品  $i$  由玻璃基板切割成面板之切割數

$DCap_{j,k}^{d-s,r}$  : 在情境方案  $d-s$  中，產品屬性別  $r$  在製程階段  $j$  工作站  $k$  所需產能

$DCap_{j,k}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  中，製程階段  $j$  工作站  $k$  之總需求產能

$D_i^{\min}$  : 產品  $i$  之最低預測需求量

$D_i^{\max}$  : 產品  $i$  之最高預測需求量

$EN_k^r$  : 屬性別  $r$  在工作站  $k$  之期望加工次數

$GC$  : 玻璃基板單位成本

$GU_i$  : 玻璃基板用於生產產品  $i$  之利用率

$H$  : 規劃幅度

$Int_{j,b,i,t}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  中，階段製程  $j$  產品於第  $t$  期第  $b$  個投料暫存區  $i$  之投料間隔時間

$M_{j,k}^d$  : 第  $d$  種所設定之階段製程  $j$  之工作站  $k$  之機台數

$M_{j,k}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  中，階段製程  $j$  之工作站  $k$  之機台數

$MTTR_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  平均修復時間

$MTBF_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  平均當機時間

$MTBPM_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  平均維修間隔時間

$MTTPM_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  平均維修時間

$N_{j,k}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  中，製程階段  $j$  工作站  $k$  之實際可用機台數

$NP_i$  : 玻璃基板用於生產產品  $i$  之生產效益

$O_{j,m,t}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  中，製程階段  $j$  之瓶頸工作站之機台  $m$  於第  $t$  期之總加工數量

$PT_{j,k,i,m}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  機台  $m$  加工產品  $i$  所需的時間



$\overline{PT}_{j,k,i}^l$  : 製程階段  $j$  產品  $i$  於  $l$  層級之工作站  $k$  之平均加工時間

$\overline{PT}_{j,k,i}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  加工產品  $i$  之平均加工時間

$\overline{PT}_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  之平均加工時間

$R^r$  : 陣列階段製程中，屬性  $r$  之產品佔總玻璃基板產量之比例

$RW_{g,l}$  : 陣列階段製程之量測工件於量測工作站  $g$  在第  $l$  層級所需經過的重加工步驟

$ST_{j,k,m}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  機台  $m$  之產品換線時間

$\overline{ST}_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  之產品平均換線時間

$SCap_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  之供給產能

$SCap_{j,BN}^d$  : 在情境方案  $d$  中，製程階段  $j$  工作站  $k$  之供給產能

$TP_{j,i}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  中，製程階段  $j$  之產品  $i$  之產出目標

$TP_j^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  中，製程階段  $j$  之產出目標

$TP_j^{d-s,r}$  : 在情境方案  $d-s$  中，製程階段  $j$  之屬性  $r$  之產品產出目標

$TotalP_i$  : 玻璃基板用於生產產品  $i$  可獲得之利潤

$U_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  之利用率

$U_{j,k}^{\max}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  之利用率上限

$U_{j,k}^{\min}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  之利用率下限

$v_w^p$  : 第  $p$  個受評單位之第  $w$  個投入項之最佳權數

$u_z^p$  : 第  $p$  個受評單位之第  $z$  個產出項之最佳權數

$WN_{j,k}$  : 製程階段  $j$  工作站  $k$  之換線產能用於加工，最大可生產之數量

$WC_i$  : 玻璃基板用於生產產品  $i$  之未利用部份之損失成本

$\pi_i$  : 產品  $i$  佔總玻璃基板產量之比例

$\pi_i^r$  : 產品  $i$  之屬性別  $r$  佔該產品之比例

$\mu_g$ ：量測工件於量測工作站  $g$  檢驗之不合格率

➤ 組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式符號

■ 輸入參數

$A$ ：各機台欲換線以加工另一種產品之最小連續加工數量；

$Cut_i$ ：玻璃基板切割成產品  $i$  之切割片數；

$CCap_{m,t}$ ：組立階段製程之瓶頸機台  $m$  在第  $t$  時期的可用產能；

$PT_{2,BN,i,m}$ ：組立階段製程之瓶頸機台  $m$  加工產品  $i$  所需時間；

$ST_{2,BN,m}$ ：組立階段製程之瓶頸機台  $m$  的換線時間；

$TP_{1,i}^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  中，陣列階段製程產品  $i$  之產出目標；

$TP_1^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  中，陣列階段製程之總產出目標；

■ 虛擬參數

$s_i^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  中，補足產品  $i$  最後一個卡匣所需之虛擬面板數量；

■ 決策變數

$Ax_{i,t}^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，產品  $i$  於陣列階段製程之生產數量；

$As_{i,t}^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，陣列階段製程之產品  $i$  之物料庫存量；

$Cx_{i,m,t}^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，產品  $i$  指派給組立階段製程之瓶頸機台  $m$  的數量；

■ 工作站變數

$C\delta_{i,m,t}^{d-s}$ ：0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  是否在組立階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$C\psi_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  在組立階段製程之瓶頸機台  $m$  生產是否需要換線，若是則為 1，反之則為 0；

$C\gamma_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期期初，產品  $i$  是否在組立階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$C\phi_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期期末，產品  $i$  是否在組立階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$y_{m,t}$  : 0-1 變數。

➤ 組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式符號

■ 輸入參數

$A$  : 各機台欲換線以加工另一種產品之最小連續加工數量；

$CS_{i,t}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，產品  $i$  於組裝階段製程之物料供給量；

$MCap_{m,t}$  : 組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  在第  $t$  時期的可用產能；

$PT_{3,BN,i,m}$  : 組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  加工產品  $i$  所需時間；

$ST_{3,BN,m}$  : 組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  的換線時間；

➤ 決策變數

$Mx_{i,m,t}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，產品  $i$  指派給組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  的數量；

$MS_{i,t}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，組裝階段製程之產品  $i$  之物料庫存量；

➤ 工作站變數

$M\delta_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  是否在組裝階

段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$M\psi_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  在組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  生產是否需要換線，若是則為 1，反之則為 0；

$M\gamma_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期期初，產品  $i$  是否在組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$M\phi_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期期末，產品  $i$  是否在組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$z_{m,t}$  : 0-1 變數。



# 第一章 緒論

## 1.1、研究背景與動機

目前薄膜液晶顯示器 (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display, TFT-LCD) 產業為台灣兩兆雙星產業之一，其產品特性為輕薄、適合攜帶，並且無電磁輻射的問題，因此快速取代傳統映像管顯示器，未來勢必成為光電產業中具有競爭優勢之產品。根據工研院經資中心 ITIS 計畫調查統計[37]，在 2001 年台灣的大型 TFT-LCD 之全球市場佔有率為 26.1%，而在 2003 年進一步擴大至 35.2%，超越日本(28.9%)，僅次於南韓(35.9%)，成為全球第二大 TFT-LCD 生產國。而行政院於 2002 年提出「六年國家總體建設計畫」[24]，預計在 2006 年產值可望超過南韓，突破新台幣 1 兆元，使台灣 TFT-LCD 之供應量為全球第一大。

在 TFT-LCD 產業景氣不斷提升的環境下，舊世代廠因製程技術的限制，並無法滿足大尺寸應用之產品之需求，因此企業為了滿足顧客之需求以及提升自身競爭力，積極擴建新世代廠(五代廠、六代廠)，但是興建一座新廠約需新台幣 700 億，如何面對未來市場需求不確定的情況，規劃一最具整體生產效率之廠房，避免因不當投資行為，造成日後營運不良的危機，將是一項相當重要的長期規劃決策問題。

TFT-LCD 主要分為三個主要製程階段：一、薄膜電晶體陣列；二、液晶面板組立；三、電路模組組裝，在執行建廠規劃時，若不將三個製程階段之生產資源同步規劃，確認系統的瓶頸資源進行產能的分析與規劃，可能會因為上下游階段製程之產能供需無法平衡，造成產能過剩導致庫存成本提升，或是因為產能不足與缺料而達不到預定產出目標等問題。另外，經由業界之訪談，得知現今市場對 TFT-LCD 產品種類需求傾向多樣化的結果，導致生產規劃人員為了滿足顧客需求而恣意將機台進行換線，提高機台換線次數，對於許多換線時間相當長的機台，將使機台因規劃不當造成浪費產能，以及產生生產規劃的困難度...等問題，因此在規劃新廠時勢必考量欲生產的產品種類數對生產系統的影響。

此外，針對不同的廠房規模與產品種類數所結合之生產組合方案做為生產資訊進行產能規劃時，不同階段製程之機台各具有其製程加工特性，不同階段製程各有其產品加工單位，以及同一世代廠使用之玻璃基板尺寸雖然相同，但是因為面板尺寸的不同而有切割片數的差異，這些因素皆會直接影響機台配置的結果以及投資成本。而在工廠建廠完成進行生產排程規劃以及執行實際生產活動後，所產生相關的生產績效之數據，如：機台利用率、產出利潤、以及生產週期時間等。這些生產績效通常即是決定最適生產組合的評估準則，因此必須選擇具有公平、客觀且是多元準則評估分析工具-資料包絡分析法，以同時考量財務方面與生產規劃層面之績效，綜合評估得知各方案之效率，決定建廠時之廠房規模與產品種類數。

基於上述之動機，吾人將同時考量 TFT-LCD 三階段製程，提出不同廠房規模與產品種類數做為評選方案，針對這些方案對於生產系統之績效以及機台配置之結果，進行整體效率值的評估，進而選擇可讓 TFT-LCD 廠更具競爭力之生產組合，以提供 TFT-LCD 製造廠作為參考使用。

## 1.2、研究目的

本文將針對 TFT-LCD 產業發展一建廠最適生產組合決策評估系統。同時考量三階段製程之生產特性，在面臨不同廠房規模以及產品種類數，對各工作站做機台數量配置，並評估對財務與生產績效之影響。吾人將此影響結果以資料包絡分析法做為評估工具，決定一新興 TFT-LCD 廠之最適生產組合情境，即決定廠房規模與產品種類數。此評估系統首先透過生產組合情境方案設計模式設計各種生產組合情境，接著利用下列三個模組進行規劃與評估：

### (1) 機台規劃模組：

針對不同之建廠規模以及產品種類數之生產組合情境，考量不同階段製程各工作站之製程與機台特性，在滿足產出目標之產能需求，以及達到機台預定利用率的前提下，計算各階段製程各工作站所需之機台數。



(2) 主生產排程規劃模組：

將利用機台規劃模組之結果，在預定的產出目標與產品種類數之條件下，進行三階段製程之主生產排程規劃。

(3) 最適生產組合評選模組：

承接主生產排程規劃方法，利用模擬軟體(Em-Plant 7.0)執行模擬，蒐集瓶頸工作站換限耗用產能、產出量與利潤之數據，以及所求算之機台總成本，作為 DEA 所定義之投入項與產出項之績效評估指標，並套用適當之 DEA 模式進行分析與評估，以決定 TFT-LCD 廠建廠前之最適生產組合情境。

### 1.3、研究範圍與限制

本文主要研究內容為發展 TFT-LCD 廠之最適生產組合決策評估系統，針對不同之建廠規模與產品種類數做為生產組合情境方案，在追求整體生產效率最佳化的前提下，決定最適之廠房規模與產品種類數。因此本文主要研究範圍在於總體生產規劃及資源需求規劃階段，如圖 1-1 所示。

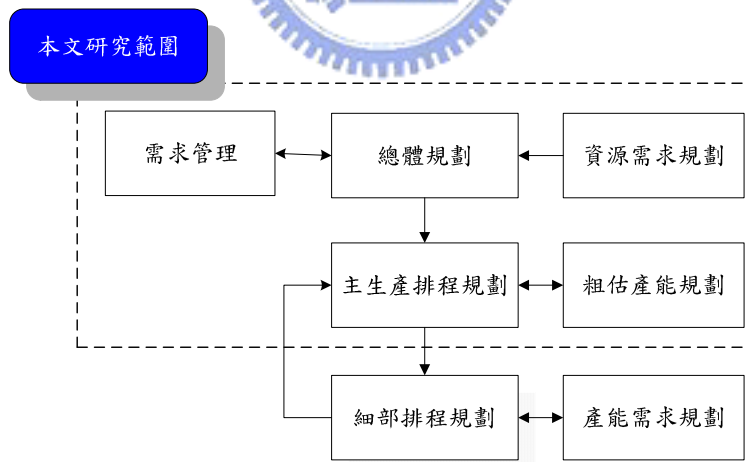


圖 1-1、研究範圍

為了有效達到本文之規劃目標與降低研究環境之複雜度，本文將做以下之假設與限制：

(1) 不考慮廠房建構所需之空間大小。

- (2) 不考慮物料搬運之問題。
- (3) 由於陣列階段製程之換線時間相對於加工時間極為短暫，因此不考量該製程階段之換線整備時間。
- (4) 不考慮人力以及物料搬運成本。
- (5) 不考慮因為 TFT-LCD 廠機台購入時間所造成的不穩定狀況(Transient State)，僅考慮所有機台買入後達到穩態的績效。

#### 1.4、研究方法與步驟

為了達成上述之研究目的，本文之研究方法之執行步驟流程如圖 1-2。其執行方法如下說明之：

- (1) 文獻探討：在研究動機產生後，吾人將蒐集國內外學者之相關研究上之文獻，了解其研究狀況，從中獲取相關生產規劃之觀念與績效評估分析模式，進而建構本文之研究方法。
- (2) 問題定義與分析：在產生研究動機與進行文獻探討後，吾人將對本文之研究問題做更進一步的定義與分析，使問題更加明確。
- (3) 設定生產組合情境方案：由於廠房規模以及產品種類數多寡皆對生產績效造成最直接之影響，因此在此將提出不同之廠房規模以及產品種類數所組合之生產組合情境做為建廠規劃之評選方案。
- (4) 機台規劃模組：針對各個情境方案，發展一機台規劃方式，在達到預定瓶頸機台利用率與避免瓶頸發生短暫飄移的前提下，求得各階段製程各工作站之機台數。
- (5) 主生產排程規劃模組：將機台規劃結果、產出目標與產品種類數做為生產資訊，做主生產排程規劃，以決定投料順序與時點，提高生產系統之穩定性，以避免欲評估之績效指標變異程度過高或是不合理，導致錯誤的決策。
- (6) 以資料包絡分析法進行評估：以模擬軟體(Em-Plant 7.0)建構與 TFT-LCD 工廠生產系統相似之模擬系統，輸入投料方式與時點等資



料，經由模擬蒐集相關之生產績效值，最後套用一適當資料包絡分析法之模式，進行效率之評估，以決定建廠前之最適生產組合情境方案。

(7) 結論與未來研究方向：依據本文之研究結果，做一適當之結論。最後針對本文不足之處提出未來可以改善之方向與建議。

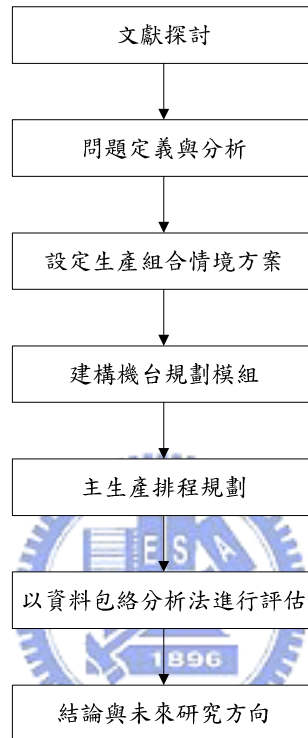


圖 1-2、研究步驟與流程

## 第二章 文獻探討

本研究乃在於決定 TFT-LCD 產業建廠前之最適生產組合情境，即決定其最適廠房規模與產品種類數。主要針對不同的廠房規模、產品種類數，配置各製程階段各工作站所需之適當機台數，並就此配置結果規劃一適當之主生產排程規劃以進行模擬實驗，最後利用資料包絡分析法評估其效率，以決定最適生產組合情境。然而，目前並無學者針對 TFT-LCD 產業之廠房規模與產品種類數之生產組合情境之評估進行探討，因此，本章將依據吾人之研究理念，依序探討 TFT-LCD 三階段製程之製造程序與製程特性、產能規劃、投料規劃與資料包絡分析法。

### 2.1、TFT-LCD 三階段製程之介紹

TFT-LCD 之製造程序主要分為三個階段製程，分別為薄膜電晶體陣列(Array)製程、液晶面板組立(Cell Assembly)製程以及電路模組組裝(Module Assembly)製程。

#### 一、薄膜電晶體陣列(Array)製程

此段製程與半導體製程極為類似，具有鍍膜、曝光、顯影、蝕刻等過程，經過約 30~50 道之製程步驟，5~7 層的回流層數，在玻璃基板形成電晶體。在這方面國內技術成熟，良率一般約有 90% 以上。詳細製造流程如圖 2-1 所示，而各製程之說明如下[32][33][43]：

1. 玻璃基板購入：檢驗購入之玻璃基板的厚度是否均勻，以及基板邊緣是否有毀損等品質問題。
2. 洗淨(Cleaning)：洗淨的目的在於使玻璃基板具有良好的導電性，以提升膜的密著度；主要是除去玻璃基板表面之微塵粒子以提升產品良率。
3. 成膜(Film Deposition)：成膜的製程主要分為兩類：物理方法的濺鍍法與化學方法的電漿化學氣相沉積法。
4. 光阻劑塗佈(Coating)與曝光(Exposure)：當整片含有透明電極的玻璃光罩進入生產線後，必須先清洗玻璃光罩後，再將光阻劑塗佈在光罩上等候曝光。

5. 顯影(Dveloping)、蝕刻(Etching)與去光阻(Resist Stripping)：對曝光後之光罩做顯影，然後將不需要之透明電極層蝕刻去除，僅剩下被光阻覆蓋的介質層留在表面，最後再將殘留的光阻去除。

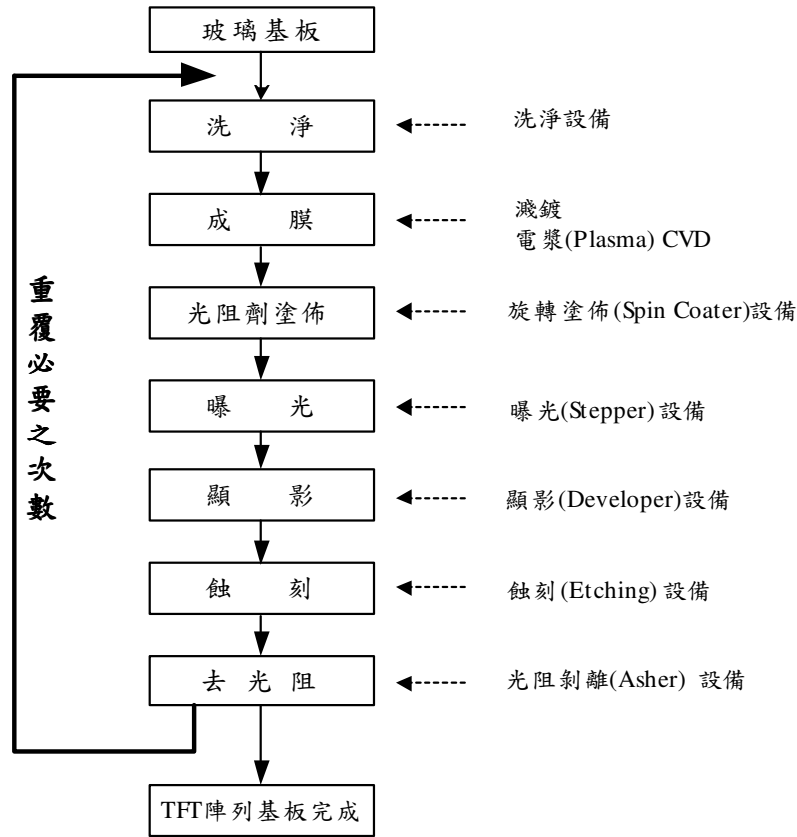


圖 2-1、薄膜電晶體陣列製程流程圖[32]

## 二、液晶面板組立(Cell Assembly)製程

組立製程主要是將陣列製程完成之玻璃基板與彩色濾光片(Color Filter, CF)做配向處理，進行壓合並切割成預定液晶顯示器尺寸之面板，注入液晶，及貼上偏光板，最後經過檢查等過程後，即完成薄膜液晶顯示器的面板。圖 2-2 即為液晶面板組立之製程簡圖。

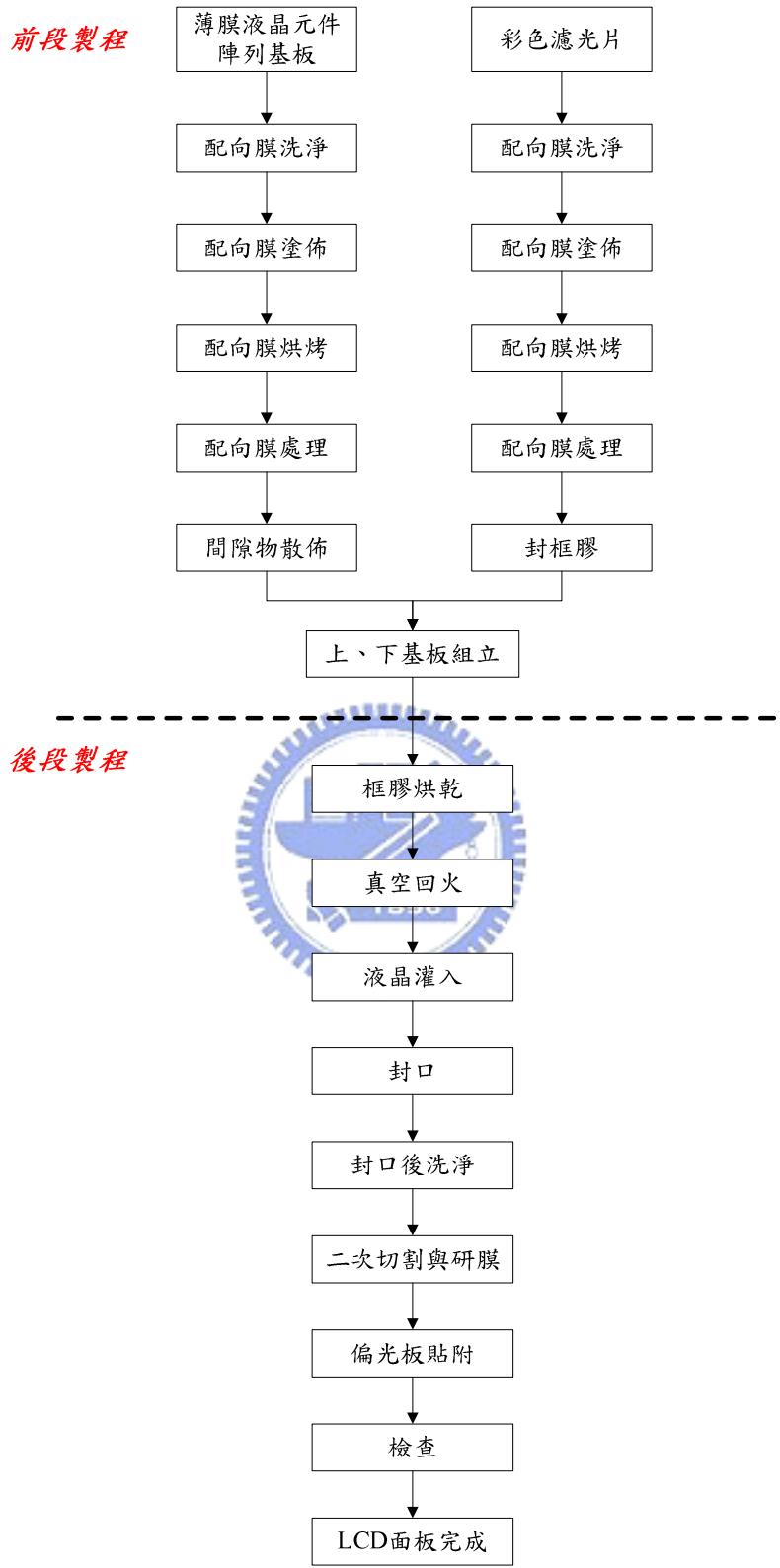


圖 2-2、液晶面板組立段製程圖[27]

以下則針對液晶面板組立廠主要製程說明其細部作業[27][43]：

#### 1. 洗淨與配向處理(Rubbing)：

首先將切割完的玻璃基板與彩色濾光片，進行 UV 洗淨與有機洗淨過程，去除附著在玻璃基板與彩色濾光片之有機物，然後經過沖刷洗淨、超音波洗淨以及流水洗淨等步驟，去除基板上的塵埃粒子，完成洗淨作業。再將基板表面進行配向膜塗佈與烘烤，完成後於配向膜上製作出提供液晶定向之溝槽，使液晶整齊排列於上下配向膜之間，以增加配向膜表面的配向導向力。配向的方式是由 CF 基板上升，原地翻轉然後與下方之 TFT 基板進行組合。

#### 2. 真空回火(Vacuum Anneal)：

在高溫真空環境下，將組裝完成後仍存於空面板(Panel)內的水氣去除，以縮短液晶注入時間，並可將其中的氣體轉為氮氣。

#### 3. 液晶灌入(LC Injection)：

將液晶槽及液晶材料充分脫氣，以獲得較高的可靠度。首先將液晶放入一個密封箱中，利用基座將已切割後的 LCD 顯示面板固定住，然後將密封箱抽成真空，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，釋放空氣進入箱中，使 LCD 板藉由毛細現象將液晶完全吸入 LCD 板中間，完成灌入液晶的作業。

#### 4. 封口(End Seal)、偏光板貼附與檢查：

灌入液晶後在其開口處進行封口，以防止液晶外漏，接著洗淨 LCD 板，然後將相差九十度的偏光板貼附在 LCD 面板上、下兩面，最後進行面板厚度等的相關品管檢驗工作即完成液晶顯示面板。

### 三、電路模組組裝(Module Assembly)製程

為 TFT-LCD 之最終段製程，主要是將驅動電晶體電路板、背光電源組與組立製程完成之液晶面板進行組裝。製程步驟如圖 2-3 所示，其詳細製程如下說明[34][43]：

#### 1. 偏光板與異方性導電膠(Anisotropic Conductive Film；ACF)貼附：將面

板不要之線路剪斷與貼上偏光板後，再利用機器在面板上貼附異方性導電膠。

2. IC 壓合：將已貼附異方性導電膠之 LCD 面板，進行 IC 定位預熱壓以及 IC 定位本壓，最後再將完成 IC 壓合之面板轉送至載具機上，送至下一製程工作站。
3. 彈性電路板壓合(Flexible Polymer Board；FPC)：將面板貼上 ACF 然後進行 FPC 壓合，作業程序與 IC 壓合相同，但是其壓合參數條件與所使用之 ACF 皆與 IC 壓合作業不同。
4. 封膠(Dispenser)：將保護膠均勻地塗佈在面板裸露電路區域，再讓膠於室溫中自然乾燥或是加熱乾燥。目的在於防止線路的表面於環境中氧化而造成品質劣化。
5. 印刷電路板(Printed Wiring Board；PWB)壓合：將封膠完成之面板與印刷電路板做壓合作業。
6. 背光(Back Light)模組作業：將背板鐵殼、燈管、燈管蓋板、導光片、擴散片以及稜鏡片做組立作業。
7. 燒機作業(Aging)：目的在於將產品潛在品質問題提前顯現出來，以防止顧客使用後產生品質不良之問題。
8. 檢驗：對產品做最後之品質檢驗，並篩選出產品等級。

此段製程為目前 TFT LCD 廠人力需求最多的部分，雖製程並不困難，但因無法自動化作業，必須用人工加工完成，所須人事成本較高，因此也有公司採外包作業，或轉至人力成本較低之大陸設廠。而且在生產設備與製程技術都已經相當成熟，其製程難度不高，良率接近 100%。

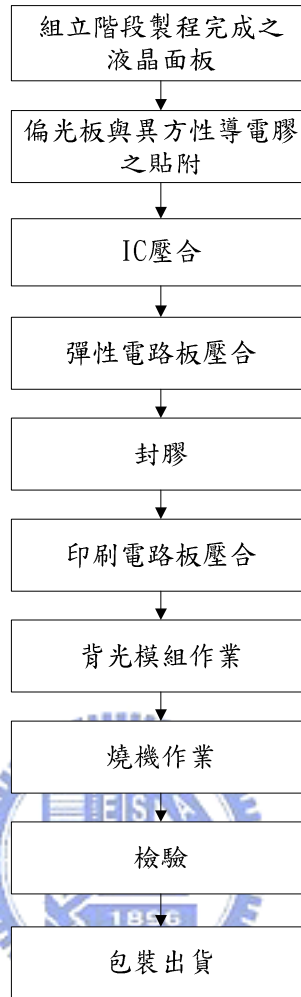


圖 2-3、電路模組組裝段製程圖[38][43]

### 2.1.1、薄膜電晶體陣列(Array)生產特性

薄膜電晶陣列廠為 TFT-LCD 三階段製程之最上游製程，考量機台設備相當昂貴的因素，因此屬於存貨式生產(Make To Stock；MTS)。其所加工之玻璃基板尺寸會隨著世代廠的不同而有所差異，製程技術越高的世代廠，玻璃基板尺寸則越大，可切割的面板數也越多。而在相同世代廠之玻璃基板欲切割成不同尺寸之面板時，一樣會造成切割片數的不同。因此玻璃基板的利用率與切割片數會因為世代廠與面板尺寸的不同而有所差異。表 2-1 即為各世代廠生產不同尺寸面板的切割片數與玻璃基板利用率。

表 2-1、各世代廠之玻璃基板可供不同面板尺寸之切割片數與利用率

世代廠	G3.5		G4		G5		G5.5		G6	
	CR	U(%)	CR	U(%)	CR	U(%)	CR	U(%)	CR	U(%)
12.1	6	63	9	74	24	82				
14.1	6	84	6	65	16	73	24	80		
15.0	4	63	6	74	16	83	20	76		
15.4	4	63	6	73	15	76	20	75	30	83
17.0	4	84	4	65	12	82	16	80	24	87
19.0	2	52	4	81	9	76	12	71	16	72
20.1	2	58	4	90	9	85	12	83	16	81
23.0	2	69	2	53	8	89	8	65	12	71
27.0	1	46	2	73	6	90	8	88	8	65
30.0	1	57	2	84	3	55	6	81	8	79
32.0	1	64	1	50	3	63	6	92	8	90
37.0			1	68	2	57	3	62	6	89
40.0					2	66	2	48	3	52

(CR：切割片數 U：利用率)

在同一世代廠，雖然玻璃基板切割成不同面板尺寸的切割片數不同，但同一屬性<sup>1</sup>之玻璃基板的製程步驟與加工時間皆相同，且具有再回流與重加工特性。另外，關於機台的特性方面，由於陣列階段製程所生產之玻璃基板體積龐大，機台設備考量空間之因素，皆為序列機台，與晶圓廠之批次機台可一次加工多個批量之特性不同；而所有機台除了黃光(Photo)機台加工不同產品時，需耗用少許的換光罩時間外，其餘機台皆幾乎無換線時間。然而，為了簡化本研究之複雜度，將不考慮此階段製程各工作站之換線時間。

在廠房之佈置型態上，目前業界大部分皆採零工式佈置，將功能相同或相似之機台放置同一工作站，可使生產較具有彈性之調整。陳氏[33]對於各項機器設備，按照加工步驟相近和製程相似者歸為同一加工區，按各

<sup>1</sup> 在薄膜陣列廠為了控制產品良率，必須將產品抽批進行導線線寬、光阻塗佈厚度以及均勻的良測作業，因此考量量測狀況下，玻璃基板屬性可分為一般玻璃基板與量測玻璃基板。一般玻璃基板不進行量測作業，量測玻璃基板則必須進行量測作業。



區可分為：

1. 薄膜區：洗淨設備、濺鍍設備及電漿設備。
2. 黃光區：光阻塗佈設備、曝光設備及顯影設備。
3. 蝕刻區：濕式蝕刻設備、乾式蝕刻設備及光阻剝離設備。
4. 測試區：當玻璃基板加工完成，需進行最終測試，故有測試設備、修復設備。

吾人亦將採用上述之歸類方式，將所有機台設備分為上述四個工作區域，作為廠房生產佈置型態。

### 2.1.2、液晶面板組立(Cell Assembly) 生產特性

液晶面板組立廠屬於存貨式生產(Make To Stock; MTS)，製程主要分為前段之序列工作站、中段批量工作站以及後段序列工作站。各工作站內之各個機台皆為等效平行機台，而其中中段批量工作站之加工時間約佔了總製程之 70%。吾人透過文獻探討[22][27]將各工作站之製程特性整理如下：

1. 廠房佈置為流線型生產系統。
2. 機台加工期間不得進行換件或插件。
3. 批量機台之加工時間非常長。
4. 產品經過真空回火(Vacuum Anneal)加工後必須在 240 分鐘內進入液晶灌入，且在液晶灌入後必須在 360 分鐘內進行封口(End Seal)，若不在此限制時間內進入進行下一各製程的加工，產品將形成報廢。

### 2.1.3、電路模組組裝(Module Assembly) 生產特性

電路模組組裝置成為最接近顧客端，重視滿足顧客需求與降低庫存量，因此採用訂單式生產(Make to Order; MTO)。其相關製程特性如下[34]：

1. 生產線之佈置型態屬於流線型(Flow Shop)。
2. 製程以 PWB 工作站劃分為前段與後段製程，前段製程主要考量機台之

產能；後段製程以人力為主，備料相當重要。

3. 所有工作站皆為序列工作站。
4. 產品於機台加工期間不允許換件或插件。

## 2.2、產能規劃

產能規劃的主要目的在於考量生產或服務單位資源在以滿足顧客的各項需求之前提下，規劃出符合產出需求之產能配置方式。有完備的產能規劃，才能因應市場的需求變異，對系統資源做最佳之配置，才得以達到市場對數量與交期的雙重目標。Stevenson[16]依據規劃時間的長短對企業組織之產能規劃區分為長期、中期與短期三種，各規劃時間長度分別為一年以上、兩個月以上一年以內，與兩個月以內。吾人將分別對長期、中期與短期產能規劃進行相關文獻探討

### ➤ 長期產能規劃

Bretthauer[2]等人認為產能不足將會造成訂單延遲或是在製品過多的現象，而配置過多的機台則會發生低利用率，造成產能的浪費。他們將製造系統視為一個等候網路模式，在使機台購置成本最小化為目標，並限制系統之在製品總量為有上限之條件下，建構一產能規劃數學模式，再利用分支界線法的求解方法，求得一組最佳解。

Swaminathan[17]探討晶圓製造廠在市場需求不確定與多產品組合的環境下，考量機台購置成本、購買預算以及購買所需之前置時間，發展一混合整數規劃的數學模式，並分別利用 Greedy heuristic(或 slack based heuristic)與 Lagrangean Relaxation，期望在有限時間內求得購入機台之上下界數量。

熊氏[39]則認為大多數在不確定需求情況下探討機台規劃並未考量生產週期時間，因此分別針對需求不確定的環境、訂單隨季節的不同而有所變化，以及建構新廠時的機台規劃，考量生產週期時間與機台採購預算的限制，利用基因演算法決定最適機台組合以達成利潤最大化的目標。

余氏[24]以生產力的觀點探討產能規劃方式。首先對各工作站的機台需求數量做一粗略的估計，再藉由模擬與一尋優模組，考量 X-factor、產

出量與機台數的關係，進行機台微調，能有效減少模擬次數，以及生產績效維持在一可接受的範圍下，求得系統收益最佳的各工作站機台數。

### ➤ 中期產能規劃

根據 Wortman 等學者[20]之研究，傳統產能的粗略估算方法可歸類為四種：(1)產量概算法(RCCP on production)、(2)產能規劃因子法(RCCP using overall factors; CPOF)、(3)產能料單法(RCCP using routings; Capacity bills)、(4)資源概算法(RCCP using resource profiles)。

羅氏[41]將上述四種方法，整理出其在應用上必須基於以下假設：

- 批量大小為固定；
- 不考慮在製品；
- 不考慮現場的情況；
- 只考慮主生產排程的需求。

然而，張氏[31]認為 Wortman 等學者所歸類之四種方法僅考量產品組合、途程以及時間點，未考量生產線上之在製品耗用工作中心部份的產能因素，並不適用於晶圓廠，因此羅氏[41]針對晶圓針測區，多考量產品與機台製程規格能力，參考製程規格能力負荷分配演算法(capability-oriented loading allocation algorithm)，估算中期之產能負荷，提供針測區未來一個月之產能負荷水準，以利其後續之主生產排程之規劃。

### ➤ 短期產能規劃

林氏[26]以晶圓製造廠之機台具有多功能之特性，可藉由短期的機台調整，增加瓶頸工作站的產能。其利用 TOPSIS(Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution)將所考量的替代機台群的產能狀況、支援性以及轉換功能時所需的設置時間之原則予以整合，決定候選機台的調機優先順序，並藉由模擬求算新機台組合的產出量。

## 2.3、機台具換線特性之生產規劃

在等效平行機台所組成的工作站中，若機台具有加工不同種類之產品

時必須進行整備動作之特性時，其中整備的時間又依機台特性可分為順序相依(Sequence-Dependent)與順序獨立(Sequence-Independent)兩種，不同種類之工件其來到的先後順序對總換線次數將造成不同程度之影響，對於機台的利用狀況也將帶來直接的影響。在面對現今市場需求波動快速，必須在接收到訂單後，利用最有效率的方法得知生產現場之產能是否足以應付，以快速回應顧客。然而針對不同產品以及訂單需求量，除了機台加工實際所需的產能外，機台加工不同產品所需之換線次數也必須納入考量，以準確求得實際所需總產能。

Missbauer[11]考量順序相依之機台整備時間與工件以指數方式來臨之單機排程問題，分別以最大可節省之換線時間(Maximum Savings of Setup Time)與先進先出(First In First Out；FIFO)之派工法則，計算目前工件加工完畢後下一個工件進入機台加工時必須換線之機率。其結果顯示最大可節省之換線時間所得之機率小於 FIFO，可節省較多之換線次數，同時得到較短之總加工時間。

Yang 等人[21] 假設派工法則為 FIFO 的前提下，考量工件以動態的方式來臨且來到時間服從指數分配，發展一期望換線次數之估算方法。利用機率模式之概念，分析三種不需換線的情境，並各別求得不需換線之機率模型，進而推算必須換線之機率，可有效地求出期望換線次數以及換線時間。而將期望換線時間與總工件作業時間進行加總，即可快速求得工作站之近似工作負荷量。

另外，亦有學者針對機台換線對生產系統所造成的影響，進行相關之生產排程規劃。林氏[27]與蔡氏[40]針對 TFT-LCD 組立廠進行主生產排程規劃時，考量各工作站機台換線時間相對於加工時間相當長的特性，提出一瓶頸辨識機制，然後針對瓶頸工作站提出一數學規劃模式，在使換線次數為最少提高產能利用率的前提下，規劃各時期(該學者設定 2 天為 1 個規劃週期)之投料量，並求得機台之產能配置以及投料方式，達到系統產出最大化。許氏[34]針對 TFT-LCD 模組廠，考量 PWB 機台換線時間相較於加工時間相當長，不當的排程規劃會造成產能的浪費等問題，亦提出一數學規劃模式，有效減少換線次數、充分利用瓶頸資源，且達到產出最大化之目標。



## 2.4、投料規劃

限制理論(Theory of Constraints; TOC)[8]提出系統的最大產出決定於瓶頸的產出，一旦瓶頸決定，不論是排程、投料或是派工等都應以充分利用瓶頸資源來作規劃，因此一般的投料規劃都是以瓶頸資源的生產速度做為依據。

然而，投料時點的控制與掌握，對於維持生產系統之穩定與產品生產週期時間之掌握有顯著關係。當生產系統達到穩態時，黃氏[35]之研究指出，利用均勻負荷法(Uniform Loading)進行投料，會因為投料時點固定，系統產出亦會趨於固定。林氏[27]考量組立廠屬於存貨式生產系統，系統的穩定產出是生管人員追求的目標，因此使用均勻負荷法作為其投料機制。許氏[34]之研究在投料規劃方面，為維持 TFT-LCD 模組廠系統之穩定性，與提升產品生產週期時間上之估算準確，亦運用均勻負荷法。另外，由 Little's Law[10]可知，當產出水準維持固定的時候，系統在製品量會影響生產週期時間，為了有效控制系統在製品量，以使生產週期時間維持穩定，Spearman[14]等人提出 CONWIP 觀念，藉由控制系統的在製品量來達到控制整廠之績效狀況。而陳氏[33]在建構 TFT-LCD 薄膜電晶體陣列廠之生產規劃系統即是採用 CONWIP 投料法則，以使生產週期時間估算更加準確。然而，本研究為了使生產系統可以達到穩定生產，降低製程之變異程度，因此擬利用均勻負荷法作為三階段製程投料機制。

彭氏[36]則分析 TFT-LCD 組立廠之 PI 機台會因為產品變更的次數增加，會造成機台浪費過多的產能在換線時間上，為了縮短 PI 的換線時間，提升 PI 機台的利用率以增加整體系統的產出，針對組立廠的的投料與派工問題，利用規劃模式、設施佈置的類型、績效指標、考量限制條件等四項因素進行分析，提出啟發式方法應用在推式與拉式之投料問題，以及 MAXU(Maximum Allowed Unmatchness)啟發式派工法則，並與最短換線時間優先法則(Shortest Setup Time)的投料與派工方法進行比較，可在產能負荷與物料供給皆有變異的生產環境得到較佳的結果。

## 2.5、資料包絡分析法

由於本研究將以資料包絡分析法做為方案選定之評估工具，因此本節

將對資料包絡分析法作探討，包括效率衡量、DEA 基本概念介紹、DEA 之優點以及使用上之相關限制，最後再介紹應用 DEA 評估之相關研究。

### 2.5.1、效率衡量

在管理學上績效的評估角度可分為效能與效率兩種。效能主要是衡量目標的達成度，通常只要產出或是服務量愈多，其績效愈理想；而效率則是同時衡量投入的使用量以及產出之收穫量，希望利用較少的投入量得到較多的產出量，亦即達成目標之資源使用程度[29]。經濟學上一般所採用之評估指標—生產效率，是利用不同生產函數求得生產可能曲線(亦稱為包絡線)，以衡量組織如何有效地運用其有限資源來生產。而所謂的生產可能曲線則是在各種投入下，最大可能產出點所形成的連線；若產出點落在生產可能曲線之點，則稱為效率生產點，其他皆稱為無效率生產點[42]。

吾人經由文獻整理發現效率的衡量主要分為技術效率、配置效率、純粹技術效率以及整體效率，以下將分別說明之：

1. 技術效率(Technical Efficiency；TE)：Koopmans[9]將其定義為一生產者如果想增加任一項產出，則必定至少需要增加另一項投入或是減少其他的任一項產出；若想要減少任一項投入，則至少會減少任一項產出或增加其他的任一項投入。企業可藉此效率值得知資源利用情形，了解是否有投入的浪費導致未獲取應有的效益。
2. 配置效率(Allocation Efficiency；AE)[28][29]：亦稱為價格效率(Price Efficiency；PE)。與技術效率最大之不同，在於技術效率是在投入固定的情況下，衡量投入與產出間之比例；而配置效率是在產出因素組合固定的條件，以最經濟、最低成本將生產要素做最適當分配，主要即是衡量組織在相同的產出以及成本的考量下，是否使用了最適當的要素投入比例。即為衡量企業組織是否處於最適規模狀態。若處於最適規模，則其生產亦會處於固定規模報酬<sup>2</sup>，此時生產成本為最低。換而言之，一個組織唯有在最適規模環境下，其經營績效才會最佳且獲

---

<sup>2</sup>規模報酬表示投入要素與產出要素同時增加(減少)的倍數是否相同，若兩者的倍數相當，則稱為固定規模報酬，表示已處在最適規模狀態下生產。當產出的倍數大於投入的倍數時，則稱為規模報酬遞增，反之，則為規模報酬遞減。

利性最高，所以配置效率又可稱為規模效率(Scale Efficiency)。

3. 純粹技術效率(Pure Technical Efficiency ; PTE) [12]：技術效率是由純粹技術效率與規模效率所組成，因此技術效率中存在著生產規模的影響因子，因此必須將規模效率抽離求得純粹技術效率值，以衡量組織在資源投入上，是否存在無效率而有浪費的情況發生。其值定義為將技術效率值除以規模效率(即將規模影響因素抽離)。
4. 總體效率(Overall Efficiency ; OE)：亦有學者將其稱為生產效率(Productive Efficiency) 或技術與規模效率(Technical and Scale Efficiency)[6] [29]。主要是衡量一個決策單位(Decision Making Unit ; DMU)整體經營的相對效率，Farrell[7]將其效率定義為技術效率與配置效率之乘積。

為了更清楚總體效率、技術效率與規模效率之定義，吾人將以圖 2-4 說明之。設有 A、B、C、D、E 五個決策單位(Decision Making Unit ; DMU)，各具有一個投入項與一個產出項；A、B、C、D 四點為位於邊界 (frontier) 上。就投入面而言，E 點生產  $\overline{OF}$  之產量，則必須投入  $\overline{FE}$  之投入量，但 H 點同樣生產  $\overline{OF}$  之產量，卻只需要  $\overline{FH}$  之投入量，因此 E 點之技術效率定義為  $TE = \overline{FH} / \overline{FE}$ ；另外若以產出面而言，E 點投入  $\overline{OK}$  之投入量可生產  $\overline{KE}$  產量，但 J 點以同樣之投入量，卻可生產  $\overline{JK}$  產量，故定義 E 點之產出面技術效率為  $TE = \overline{KE} / \overline{JK}$ 。若欲達到  $\overline{OF}$  之產量，則規模效率為  $SE = \overline{FG} / \overline{FH}$ ，而欲維持利用  $\overline{KO}$  之投入，則規模效率為  $SE = \overline{JK} / \overline{IK}$ 。然而，固定  $\overline{OF}$  之產時，同時達到技術效率及規模效率者只需  $\overline{FG}$  之投入，因而定義 E 點之總體效率為  $OE = \overline{FG} / \overline{EF} = \overline{FH} / \overline{EF} \times \overline{FG} / \overline{FH} = TE \times SE$ 。若固定  $\overline{KO}$  之投入，則同時達到技術效率及規模效率者必須獲得  $\overline{IK}$  之產出，此時 E 點之總體效率為  $OE = \overline{EK} / \overline{IK} = \overline{EK} / \overline{JK} \times \overline{JK} / \overline{IK} = TE \times SE$ 。

### 2.5.2、資料包絡分析法之基本概念

資料包絡分析法是一種無需預設函數之型式，屬於無參數分析法，其基本構想採用柏拉圖最適境界<sup>3</sup>(Pareto Optimality)之觀念，將一群決策單位(Decision Making Unit ; DMU)之各項投入與產出加以線性組合，在客觀的

<sup>3</sup> 柏拉圖最適境界意指無人可以在不損及他人的情況下增加個人利益。

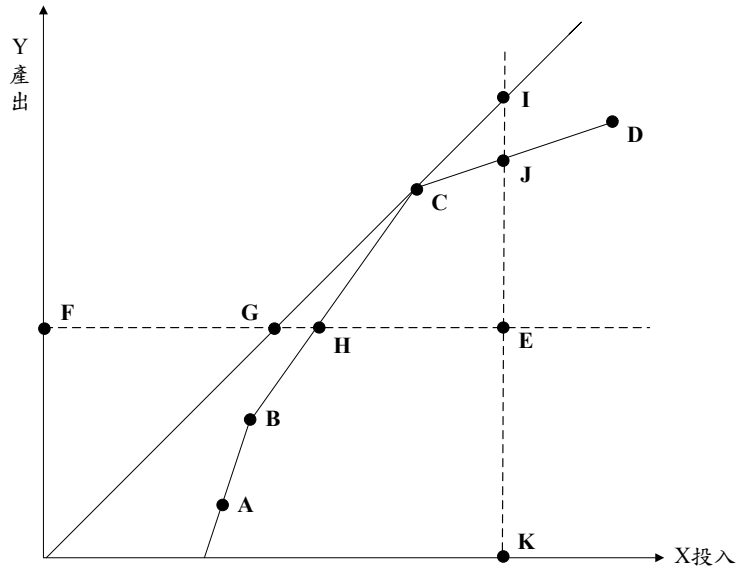


圖 2-4、總體效率、技術效率及規模效率示意圖[42]

環境下評估對受評單位最有利之相對效率值。在 1957 年 Farrell[7]認為在以多元準則評估組織時，無法利用圖形來表示多項投入與多項產出之關係，此時生產效率前緣無法由觀測得之，必須由樣本去計算，因此創立無參數效率衡量方法(Nonparametric Approach)。利用包絡線的觀念，將所有接受評估之決策單位的投入項與產出項投射(map)於空間中，藉此找出生產效率前緣(Production Frontier)，即最高產出量或最低之投入量邊界，凡落在邊界上之 DMU 被稱為有效率，不在邊界上的 DMU 則被稱為無效率。

Charnes 等人[5]在 1978 年將 Farrell 之概念加以推廣，提出 CCR 模式，建立一線性規劃模式，用來衡量具有多項投入與多項產出之決策單位在固定規模報酬下的相對效率值。然而，Banker 等人[1]在 1984 年認為 CCR 模式屬於固定規模報酬，當投入量以等比例增加時，產出量亦會等比例增加，但是在一個無效率的決策單位，其無效率的原因可能來自於不同規模報酬之營運，導致生產過程中可能屬於規模報酬遞增或規模報酬遞減[29]，因此必須將 CCR 模式所求算的生產效率，分解成純粹技術效率與規模效率，才能了解欠缺效率的原因是純粹技術效率或是規模效率，其為一個為了能夠衡量技術效率(Technical Efficiency; TE)與規模效率(Scale Efficiency; SE)模式而衍生出來的 DEA 模式，稱之為 BCC。



### 2.5.3、資料包絡分析法之優點與限制

資料包絡分析法克服了傳統效率衡量法的缺點，成為更加一般化的衡量模式。吾人透過文獻將其優點整理如下[3][4][28]：

1. 可同時處理多項投入與多項產出，且投入項與產出項指標之權重視由數學模式所決定，不需事先設定一組權數，可以排除主觀判斷的成分，較為公平。
2. 各項產出和各項投入可保留其原始單位進行效率評估，不需轉換成同一單位，不會面臨預設生產函數與參數估計的困難。
3. DEA所求解的效率值可視為一綜合性指標，可以用來表達經濟學上總要素生產力之概念。
4. 由DEA法中之差額變數及效率值可瞭解組織資源使用狀況，並指出效率有待改進之單位，以達到全面效率。
5. 可同時處理比率資料及非比率資料。
6. 可處理組織外之環境變數。

然而，雖然DEA擁有許多優點，但是在使用上仍具備一些限制[3][4][28]：

1. 受限於線性模型的假設：線性假設是DEA簡化分析之效果之一，而正值變數的前提是線性規劃求解的基本假設。
2. DMU個數應為所考慮之投入項與產出項個數和之兩倍或兩倍以上，否則將會嚴重影響研究的效度與信度。
3. 效率分析的正確與否受限於投入項與產出項的選用與衡量：不能處理投入或產出項有零或負的值，且受資料極端值之影響。
4. DEA的分析是相對性而非絕對性的，因此被認定為效率值為1（亦即最佳效率）的單位，未必就是真正有效率的單位。另外，真正造成非效率之原因亦必須透過進一步的考察才能得知。

經由上述得知資料包絡分析法之相關優點與限制，吾人考量其在使用上之優點，以及所選用之DMU的個數以及欲評估之績效數值等相關資訊，

並未受到上述使用之限制，因此本研究擬採用資料包絡分析法在進行建廠規劃時，所設定的生產組合情境之效率分析工具。

#### 2.5.4、應用資料包絡分析法之相關研究

自從 Farrell[7]提出生產邊界衡量技術效率及配置效率之觀念，經由 Charnes 等人[5]建立 DEA 數學模式後，目前已有許多學者發表許多與 DEA 相關之應用。經由 Seiford[13]加以整理後，可由其整理之文獻目錄得知資料包絡分析法之應用層面包括農業、醫療、銀行、航空以及高科技之研發部門等領域，研究對象大多屬於非營利事業。由於吾人之研究對象為 TFT-LCD 產業，其屬於製造業，因此將僅針對 DEA 在製造業之相關文獻就其研究範圍、投入變數以及產出變數三個構面，將其整理於表 2-2 中。

表 2-2、應用 DEA 於製造業之文獻

編號	作者	研究範圍	使用模式	投入變數	產出變數
1	洪海玲 [28]	針對國內大型製造業廠商共 50 家，探討製造業各業之營運效率。	1. CCR 2. BCC	1. 生產 2. 財務 3. 行銷 4. 人力資源	1. 勞動生產力 2. 資本生產力 3. 總要素生產力
2	蘇進祿 [42]	針對台灣 12 家煉鋼廠，加上日本 4 家、韓國 2 家，總計有 18 家，瞭解國內煉鋼業者之競爭定位，並探討產品結構與生產規模對經營績效之影響。	1. CCR 2. BCC	1. 總資產 2. 員工人數 3. 原料用量 4. 製造費用	1. 營業額 2. 利潤
3	李欣怡 [23]	在規劃幅度為 28 天的前提下，分別將 5 個預先設定之產出量，結合所考量的 2 種產品以及 10 種產品組合方式，求得較佳之生產組合。	1. CCR 2. BCC	1. WIP 量 2. 瓶頸工作站之 WIP 量	1. 產出量 2. 總利潤
4	孫松增 [30]	先比較分析台灣面板五虎之相對效率進行排序，再以 Malmquist 生產力指數，分析面板五虎從 2001 第四季至 2004 第一季之效率趨勢變動情形，同時藉由 Tobit 迴歸分析，提出改善方案，以提升廠商的整體技術率。	1. CCR 2. BBC 3. Malmquist 生產力指數	1. 資產總額 2. 營業成本 3. 營業費用 4. 員工人數	1. 營業收 2. 營業淨利
5	Cabones [3]	針對半導體廠之其中 15 個加工區域，將 6 個營運時期以每 3 個時期為一視窗單位，分為 4 個時窗以利用時窗分析評估其效率趨勢變動情形，並提出改善方案。	1. Malmquist 生產力指數	1. 生產週期時間 2. 當機時間 3. 不良率	1. 產出量 2. 實際產出與計劃產出之比值 3. 平均當機時間 4. 整體設備效率

## 2.6、系統績效指標

績效指標可將系統規劃結果以量化的形式表達，管理階層可以依此判斷系統實際規劃運作後的績效表現，進而得知系統的效率達成度。不同的企業組織會針對營運目標選擇適切的績效指標加以衡量與分析，以較精確評估營運系統的好壞。吾人透過上述之文獻探討，將製造業評估生產系統最常用的績效指標彙整後，將其定義與說明如下：

- (1) 生產週期時間[27][33][34][36][39][40]：原物料投入生產系統直至離開生產系統之時間。
- (2) 系統之在製品量[27][33][34]：生產系統中未完成工件，包括等待加工以及正在加工之工件。若有過多的在製品於系統中，會使公司的現金流量受到限制。
- (3) 機台利用率[2][34][36][40]：在規劃幅度內機台加工工件的總時間除以機台在規劃幅度內可運作時間的比例。其可考量若機台設備昂貴，則使利用率越高，機台越符合經濟效益。
- (4) 機台成本[2][17][39]：企業為了生產產品以滿足顧客需求，而須購入機台所需花費的資金。
- (5) 產出目標達程度[34][40]：實際產出量與預定產出量之差異程度。
- (6) 總利潤[23][30][42]：產品經由銷售後所獲得的報酬。

## 第三章 模式建構

### 3.1、問題定義與分析

本文針對 TFT-LCD 產業發展一最適生產組合決策評估系統。此系統是在面對目前 TFT-LCD 市場需求不斷提升，以及顧客所需之產品規格種類數越來越來繁多的環境下，考量不同的廠房規模與產品種類數對機台之投資金額以及生產績效所造成之影響，進行整體生產效率分析，於建廠前決定最適生產組合情境，即廠房規模與產品種類數之決定。

陣列階段製程採用存貨式生產型態，產品製程大約有 30~50 道步驟，5~7 層的回流層數。其產品種類數少，且不同的產品別其加工步驟相同以及製程時間差異小，因此為了方便規劃，本研究將其視為無差異。但是，為了控制生產線上產品良率，各產品會抽取一定比例數量進行量測，同時因為產品製程穩定性不一，各層級的重加工率會有所不同，因此當面臨某一產出目標，規劃各工作站所應提供之產能時，必須將產品之抽樣量測比例、重加工率納入考量，以較精確計算所需產能，求得工作站之機台數。

在面臨 TFT-LCD 市場產品種類日異繁多，除了筆記型電腦以及 LCD 顯示器之產品外，液晶電視的需求也逐漸拉升，TFT-LCD 業者為了搶得訂單，無不以提高生產系統之彈性為主要工作，以滿足顧客需求。但是對於 TFT-LCD 生產系統而言，組立階段製程與組裝階段製程中部分機台都具有換線時間相較於加工時間非常長的特性，例如 PI 機台、PWB 機台...等。當加工的產品種種類越多樣時，相對地，亦得耗用更多的換線產能。然而，換線是耗用產能卻不具經濟效益的做法，若為了單純滿足顧客所需之產品而增購機台以提昇顧客滿意度，而忽略機台的購置成本以及機台利用狀況，將會導致企業做出錯誤的投資。因此，在進行建廠規劃時，對於機台設備的需求，除了規劃滿足產出目標所需提供之產能，亦必須衡量欲生產之產品種類數的多寡影響機台耗用於換線的產能，以避免不當的投資降低企業在同業間之競爭力。

另外，由於 TFT-LCD 之製程主要分為三個階段，根據業界的訪談結果得知，陣列階段製程之機台設備最為昂貴，因此為三階段製程之瓶頸所在處，其中又以



黃光機台價格最貴，為陣列階段製程之瓶頸工作站；而組立階段製程之機台價格則僅次於陣列階段製程。因此組立階段製程之工作站之機台數量必須以滿足陣列階段製程之產出量，同時維持瓶頸機台達到一定之利用率水準為前提下進行規劃，以避免陣列階段製程與組立階段製程之產能的浪費，而影響整體生產績效。

由上述可知，瓶頸階段之產出量與產品種類數對各工作站機台數的規劃與生產系統之生產績效方面各有相當比重之影響，因此必須同時將瓶頸階段之產出量與產品種類數同時探討，才得以決定建廠時各階段製程各工作站所需機台數。然而，當針對某一瓶頸階段之產出量與產品種類數之生產組合情境方案，配置三階段製程各工作站之機台數，建構一生產系統後，若沒有良善之生產規劃，則必定發生生產系統不穩定、換線過多使產能無法負荷，導致產能負荷不均或是下游製程缺料達不到既定產出水準等問題，此時從生產現場得到相關生產績效的資料亦不可靠，且不具合理性。因此，本研究在針對某一方案所規劃之各階段製程各工作站機台數後，將參考陳氏[33]、蔡式[40]、林氏[27]與許氏[34]對 TFT-LCD 產業各階段所提出的主生產排程規劃，將其整合以設計適用 TFT-LCD 產業之主生產排程規劃方式，以求得較具合理性之生產績效進行評估。

基於上述之問題分析，TFT-LCD 產業就生產規劃層面來決定建廠時之最適生產組合情境時，對於所設定之建廠規模與產品種類數，除了需同時考量三階段製程之生產特性以及瓶頸所在處，規劃各階段製程各工作站所需提供之機台數量，以滿足各產品產出目標外，還須將三階段製程加以整合，設計一主生產排程規劃方法，使生產系統穩定生產，達到整體最佳之生產效率。而對於生產組合方案之設定與方案之評選，吾人將參考業界目前單廠之產出量與市場需求，提出不同的建廠規模與產品種類數做為生產組合情境方案，並建構機台規劃模組，以及 TFT-LCD 三階段製程之主生產排程規劃，再藉由模擬求得生產績效指標值後，透過資料包絡分析法進行評估，篩選最適之生產組合情境。

本文之最適生產組合決策評估系統係將基於下列基本假設：

- 產出量等於銷售量。
- 以外包方式購入彩色濾光片，且其供料充足並無缺料之問題。
- 各階段製程各工作站之機台當機與修復時間均服從機率分配，且為已知。

### 3.2、整體邏輯與架構

本研究在於評估廠房規模與產品種類數的多寡程度對於 TFT-LCD 產業之生產系統之影響，以決定該產業在增建新廠時之最適生產組合情境。然而，雖然建廠前之機台規劃屬於長期生產規劃範圍，但是，主生產排程規劃則屬於中期生產規劃範圍，為了使長期規劃與中期規劃之結果能夠相符，吾人將規劃幅度定為一個月(28 天)，而為使規劃更為細密準確，因此將中期規劃之規劃週期定為 4 天。

評估架構流程如圖 3-1 所示，首先透過瓶頸定義機制確定各階段製程之瓶頸工作站後，考量業界之供給與市場需求狀況，設定各種不同之生產組合情境方案，並透過機台規劃模組規劃各階段製程各工作站之機台需求量，以及求得之各階段製程各產品之產出目標。接著，同時考量三階段製程之生產特性等相關資訊，建構主生產排程規劃之線性規劃模式，以有效地控制瓶頸工作站之換線次數，避免造成產能不足的前提下，求得各機台在各規劃週期應生產之產品與數量，以達成預定產出目標。最後將此一規劃模式，建構模擬系統並執行，蒐集瓶頸工作站換線耗用總產能、銷售利潤總產出量等生產績效資料，接著求商機台之投資成本，利用資料包絡分析法進行分析，以決定最適之生產組合情境。依據上述之流程，本文擬發展下列三個模組，簡述如下：

- (1) 機台規劃模組：在設定不同之建廠規模與產品種類數之生產組合情境方案後，將生產相關資訊，包括工作站資訊、製程資訊等作為輸入資訊，分別利用陣列階段製程之機台規劃機制、組立階段製程之機台規劃機制與組裝階段製程之機台規劃機制，規劃出各階段製程各工作站之最適機台數。
- (2) 主生產排程規劃模組：依據各階段製程之各產品產出目標，以及機台規劃模組所求得之結果，進行 TFT-LCD 三階段製程之生產規劃。在下游階段製程之投入量受限於上游階段製程之產出量的前提下，考量各階段製程之瓶頸工作站，應用蔡氏[40]、林氏[27]與許氏[34]之機台產能配置模組，建構數學模式，以降低玻璃基板與液晶面板之庫存，並有效控制機台換線次數，避免產能不足的情況發生下，求得各規劃週期各機台應加工之產品與數量。最後設計一投料規劃機制，以適時投料來配合瓶頸工作站之產出。

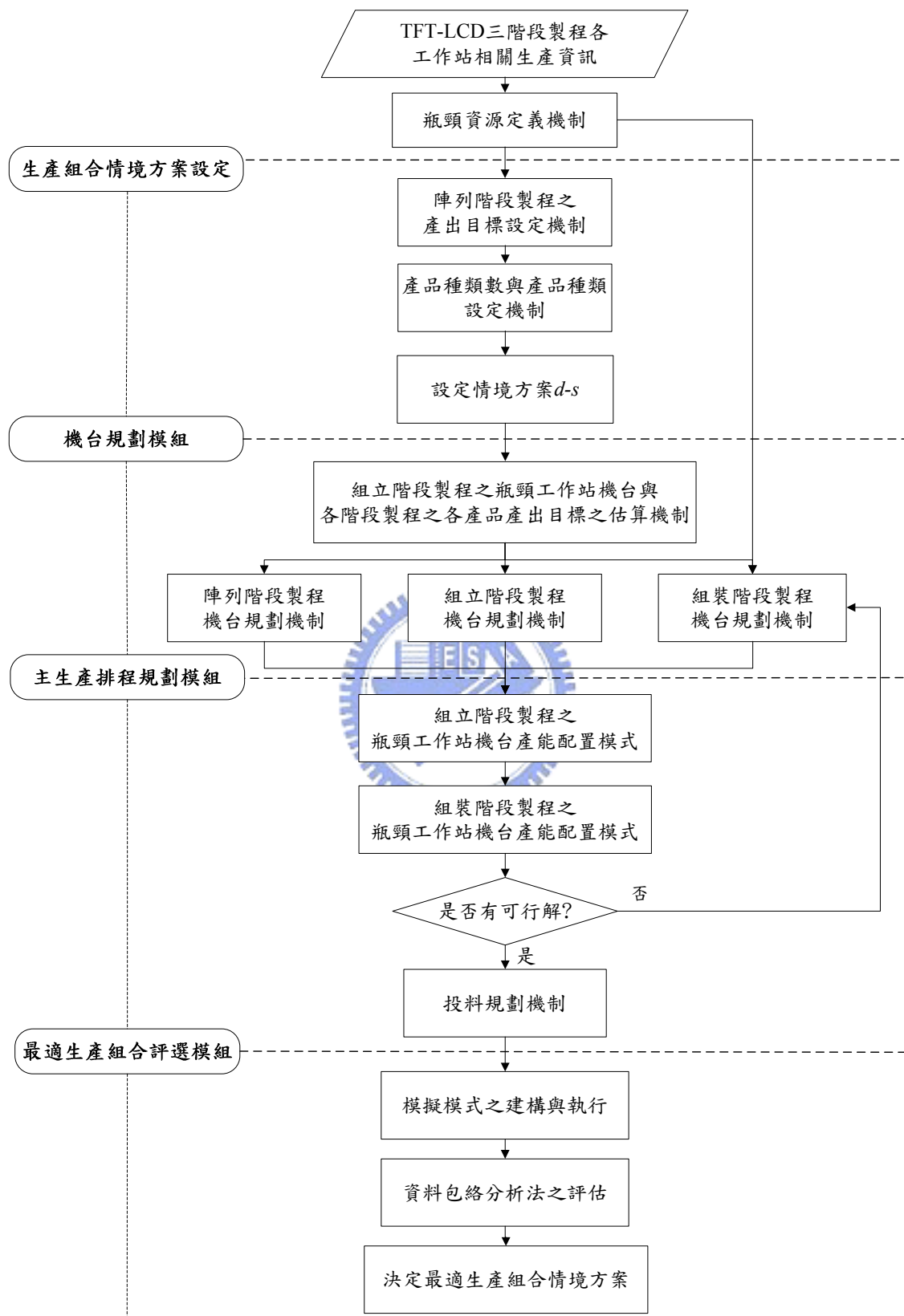


圖 3-1、研究邏輯與架構



(3) 最適生產組合評選模組：此一模組主要目的是先分別依照所設定之生產組合情境方案，建構與 TFT-LCD 廠之生產特性相似之模擬系統，其中各階段製程各工作站之機台數為機台規劃模組求算結果，主生產排程規劃之方式則為系統之運作方式。在進行模擬後取得相關生產績效，並且計算相關之成本，最後利用資料包絡分析法之交叉效率法，首先求算所有方案之各績效衡量指標之權數，再求得各方案之平均生產效率並進行排序，以決定最適生產組合情境方案。

### 3.3、瓶頸資源定義機制

限制理論[8]認為系統瓶頸的決定可以依照工作站產能平均負荷來評斷，若工作站產能負荷水準超過 100%，則將其定義為系統之瓶頸，若各工作站之產能負荷水準皆低於 100%，則以負荷水準最高者定義為系統之產能受限資源。然而，在進行長期產能規劃時，並無足夠資訊得知各工作站之負荷水準，因而無法以工作站負荷水準來定義系統之瓶頸。且 TFT-LCD 主要分為三階段製程，各階段製程有所屬之生產特性，瓶頸資源定義方法將有所差異。

由於陣列階段製程各工作站並不考量換線時間，且產品加工具有回流與重加工特性，而組立階段製程與組裝階段製程則不具此項特性。組立階段製程與組裝階段製程則是某些機台具有換線時間相較於加工時間非常長的特性，工作站可能因為換線次數過多，造成產能損失，大幅降低該工作站之產出量，可能成為系統之瓶頸而影響整體系統產出。基於上述之考量，吾人設計之瓶頸辨識機制將分為兩類：1.陣列階段製程；2. 組立階段製程與組裝階段製程。如下說明。

#### ➤ 陣列階段製程

吾人經由文獻探討，得知陣列階段製程因換線時間相較於加工時間相當短暫，陳氏[33]為了簡化研究之複雜度，將換線時間忽略不計進行生產規劃，並以瓶頸工作站負荷最大者定義為瓶頸，因此本研究亦不考量陣列階段製程之機台換線時間。吾人亦經由業界訪談，得知陣列階段製程是以機台價格最昂貴之工作站設定為瓶頸工作站，因此吾人亦將採用業界訂定方法，以機台成本最高者定義為陣列階段製程之瓶頸工作站。

### ➤ 組立階段製程與組裝階段製程

由於組立階段製程與組裝階段製程皆具有機台換線時間相較於加工時間非常長的特性，亦即換線所耗用的產能對於系統整體產出有極大的影響。然而，換線時間相對於加工時間越長之工作站，每換線一次損失的產量則越大，對於系統整體產出之影響也越大，極易因為換線所造成的產能浪費而成為系統之瓶頸所在處。基於上述之因素，吾人將以工作站之機台換線一次所耗用的產能若用於加工，可生產之產品數量最大者定義為組立製程階段與組裝製程階段之瓶頸。意味該工作站因為換線造成產能的浪費而成為系統瓶頸的機率最高，因此將其定義為生產系統之瓶頸。定義指標為工作站  $k$  之平均換線時間除以平均加工時間，再乘以該工作站之機台最大載入批量。若為序列機台，則  $C_{j,k}^{\max} = 1$ 。計算模式如下所示：

$$WN_{j,k} = \left[ \frac{\overline{ST}_{j,k}}{PT_{j,k}} \times C_{j,k}^{\max} \right] \quad \text{for } j=2,3 \quad (\text{式 3-1})$$

### 3.4、生產組合情境方案設定

本研究主要針對不同的廠房規模與產品種類數所組成之生產組合情境，對於一新興 TFT-LCD 廠之生產系統所帶來之績效影響進行評估與分析，決定平均整體生產效率最佳之生產組合情境。然而，由於陣列階段製程為三階段製程之瓶頸階段，該階段製程之產出目標將直接影響最終之總產出量，因此本節主要目的在設定不同之陣列階段製程之瓶頸工作站機台數與產品種類數，並將陣列階段製程之瓶頸工作站機台數與產品種類數做組合，作為本研究欲評選之生產組合情境方案。其生產組合情境方案設定規劃流程如圖 3-2 所示。

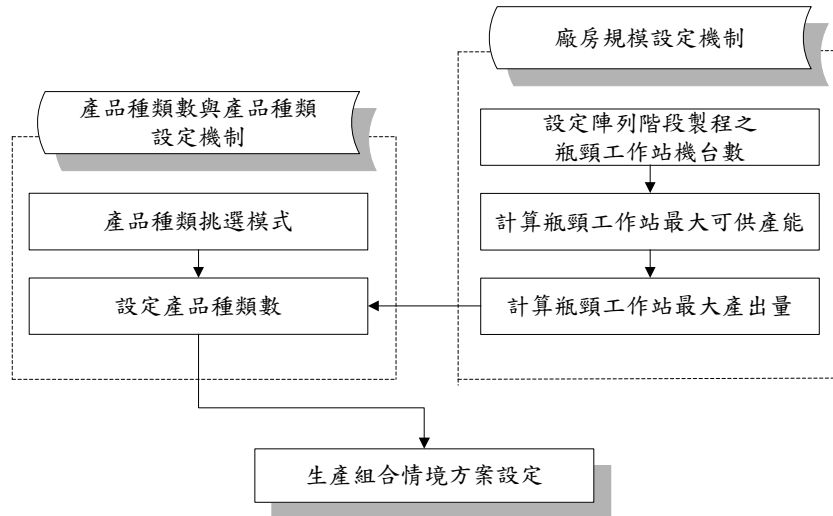


圖 3-2、生產組合情境方案設定規劃流程

### 3.4.1、廠房規模設定機制

由於 TFT-LCD 主要分為三階段製程，且限制理論[8]認為系統的產出必受限於瓶頸資源的使用狀況，因此 TFT-LCD 之產出目標必受限於瓶頸階段製程，設定廠房規模必須先確認瓶頸階段製程所在處。吾人經由業界之訪談，得知由於陣列階段製程之黃光機台為三階段製程中價格最昂貴之機種，因此將陣列階段製程設定為三階段製程之瓶頸資源處。因此後段製程則必須盡力配合陣列階段製程之產出，規劃應提供之產能。吾人亦將陣列階段製程作為本研究三階段製程之瓶頸資源所在，後段製程則以配合陣列階段製程之產出進行規劃。並且將依照業界目前單一陣列階段製程之玻璃基板產出量以及瓶頸工作站之機台數作為參考，設定不同之瓶頸機台數目，在充分利用瓶頸資源(利用率幾近 95%)的前提下，估算玻璃基板最大產出量。其計算步驟如下：

步驟一：計算在規劃幅度內，每一規模方案  $d$  下瓶頸工作站之可用產能。首先設定陣列階段製程之瓶頸工作站之機台數  $M_{j,BN}^d$ ，再計算其在扣除機台當機後實際可提供之最大產能。

$$SCap_{j,BN}^d = M_{j,BN}^d \times H \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{MTTR_{j,BN}}{MTBF_{j,BN} + MTTR_{j,BN}}\right) \times U_{j,BN}^{\max} \quad \text{for } j=1, \dots, D$$

(式 3-2)

步驟二：求算各屬性工件經過瓶頸工作站之期望加工次數。若為一般工件，則  $EN_{BN}^r = 1$ 。若為量測工件，則由於重加工製程集合  $RW_{1,l}$  與  $RW_{2,l}$  中只有一個製程集合 ( $RW_{2,l}$ ) 內含加工步驟會經過黃光工作站 (見附 A-3)，因此期望加工次數為 1 加不良率  $\mu_2$ 。

$$EN_{BN}^{wr} = 1 + \mu_2 \quad (\text{式 3-3})$$

步驟三：計算在規劃幅度內，瓶頸工作站之最大產出量，即在一般工件與量測工件所需之總產能不得超過瓶頸工作站所能提供之最大產能的前提下，估算玻璃基板最大產出量。

$$\sum_r \sum_{l=1}^5 TP_j^d \times R^r \times \overline{PT}_{j,BN}^l \times EN_{BN}^r \leq SCap_{j,BN}^d$$

$$\Rightarrow TP_j^d = \left\lfloor \frac{SCap_{j,BN}^d}{\sum_r \sum_{l=1}^5 R^r \times \overline{PT}_{j,BN}^l \times EN_{BN}^r} \right\rfloor \quad \text{for } j=1, d=1, \dots, D \quad (\text{式 3-4})$$

### 3.4.2、產品種類挑選機制

由於市場對 TFT-LCD 產品種類趨向多樣化，因此在同一世代廠所生產產品種類數也隨之增加。但是由於同一世代廠同一種尺寸之玻璃基板切割成不同尺寸之玻璃面板，玻璃基板之切割片數與利用率會有所不同，對後段製程所需之產能以及產出量會帶來不同程度之影響。且由於組立階段製程之許多機台具有換線時間相當長之生產特性，如 PI 機台換線一次需 3 小時，因此產品種類數越多，換線所耗用之產能將使可提供生產之產能大幅減少，組立階段製程將可能成為三階段製程之瓶頸，造成實際生產環境瓶頸飄移之現象。有鑒於產品種類的多寡將對 TFT-LCD 整體生產系統造成影響，因此吾人將考量產品種類數作為方案決策的影響因子之一，並設計一產品種類數與產品種類設定機制。

首先吾人考量在同一世代廠可生產之產品種類相當眾多，當設定產品種類數後，在固定產品種類數目下選擇欲生產之產品種類時，將有上百種甚至上千種以上之組合。例如當欲生產 5 種不同種類之產品時，某一世代廠在製造能力的限制下，可生產之產品種類有 10 種時，則產品種類的組合方式將有  $C_5^{10} = 250$  種。為了使本研究之規劃更具有效性，且考量企業營運之最終目的在於賺錢，因此，吾

人將針對玻璃基板之生產效益，設計產品種類挑選模式如下：

步驟一：計算一片玻璃基板生產第  $i$  種產品尺寸面板後，該片玻璃基板未利用部份之損失成本。其為將玻璃基板之單位成本乘以玻璃基板未利用率。

$$WC_i = GC \times (1 - GU_i) \quad \text{for each } i \quad (\text{式 3-5})$$

步驟二：計算一片玻璃基板生產  $i$  種尺寸面板後，所獲得之總利潤。其為將玻璃基板生產  $i$  種尺寸面板之產品所能切割片數乘以  $i$  種尺寸面板之市場售價。

$$TotalP_i = Cut_i \times P_i \quad \text{for each } i \quad (\text{式 3-6})$$

步驟三：計算一片玻璃基板生產  $i$  種尺寸面板之生產效益。將玻璃基板生產  $i$  種尺寸面板之總利潤扣除玻璃基板之損失成本。

$$NP_i = TotalP_i - WC_i \quad \text{for each } i \quad (\text{式 3-7})$$

步驟四：將各產品之生產效益由大至小排列，產品種類由生產利益最大者優先挑選，直至所設定之產品種類數為止。即為在所設定的產品種類數下所挑選之產品種類。

### 3.4.3、產品種類數與生產組合情境方案之設定

在求得產品種類挑選優先順序以及陣列階段製程之最大產出目標後，吾人考量各產品受限於市場最高預測需求，以及生產不同產品之玻璃基板切割片數不同，因此各產品所需之玻璃基板數有一上限值，在 3.4.1 節所估算之第  $d$  種廠房規模之產出目標下，若生產之產品種類過少，則會發生陣列階段製程生產過多不必要的玻璃基板，增加企業的庫存成本。為了避免此種情況發生，吾人將設定欲生產之產品種類數之下限，設定步驟如下：

步驟一：計算各產品生產市場最高預測需求量時，所需之最大玻璃基板數(lot)。其中 15 為陣列階段製程一個 lot 所裝載的玻璃機板數，而本研究中「15」之值若未額外說明，皆表示為陣列階段製程中一個 lot 可裝載 15 片玻璃基板。

$$AD_i^{\max} = \left\lceil \frac{D_i^{\max}}{cut_i \times 15} \right\rceil \quad \text{for each } i \quad , d = 1, \dots, D \quad (\text{式 3-8})$$



步驟二：計算在陣列階段製程之產出目標量  $TP_1^d$  下，所需生產之產品種類數下限。其為依產品種類挑選優先順位，由順位為 1 之產品之最大玻璃基板需求數，逐一加上下一個所挑選之產品所需之最大玻璃基板數，直至所累加之總玻璃基板數大於等於產出目標量  $TP_1^d$  為止，則最終所挑選之產品別對應之產品挑選順位即為產品種類數下限  $S_d^{\min}$ 。

$$\sum_{seq=1}^{S_d^{\min}} AD_{i,Seq}^{\max} \geq TP_j^d \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-9})$$

而產品種類數之設定上限  $S_d^{\max}$  則依據該世代廠在製程能力限制下，所能生產最多的產品種類樣式即為所設定之產品種類數上限。

最後，吾人針對第  $d$  種陣列階段製程之瓶頸工作站機台數，在該規模對應之產出目標  $TP_j^d (j=1)$  的前提下設定欲生產之產品種類數  $s_d$ ，並依據產品種類挑選順位決定欲生產之產品種類，即可獲得一組生產組合情境方案  $d-s$ 。重複此設定方法，即可得到各種不同之生產組合情境方案。

### 3.5、機台規劃模組

針對每一情境方案所設定陣列階段製程之瓶頸工作站機台數、產品種類數、產品種類以及求得陣列階段製程之玻璃基板最大產出後，吾人考量組立階段製程之瓶頸工作站機台價格亦相當昂貴的因素，因此將先透過組立階段製程之瓶頸機台數估算機制，在使組立階段製程之瓶頸工作站達到一定利用率水準，並使陣列階段製程之玻璃基板總產出量達到最有效益地利用，求得組立階段製程之瓶頸工作站所需機台數以及陣列階段製程之各產品之玻璃基板產出量。進而估算組立階段製程與組裝階段製程各產品之預計產出目標。如圖 3-3 所示。

Srikanth[15]提及由於生產現場會有隨機性的當機，使機台負荷供需產生動態的改變，因此產能限制資源(Capacity Constraint Resource ; CCR)可能成為短期瓶頸，發生暫時性的瓶頸飄移，為了避免生產現場紊亂，在生產規劃上應該盡可能避免瓶頸的飄移現象。劉氏[44]在設計晶圓廠的機台刪減機制時，定義非瓶頸機台利用率為瓶頸工作站利用率的 80% 以上者稱為產能限制資源，並認為非瓶頸工作在刪減機台後，其利用率不得超過瓶頸工作站之 80%。基於上述，吾人亦考

量避免發生瓶頸飄移的現象，增加生產現場規劃的複雜性，因此各階段製程設定非瓶頸資源之最高利用率( $U_{j,k}^{\max}$ )不得超過瓶頸工作站之利用率的 80%。

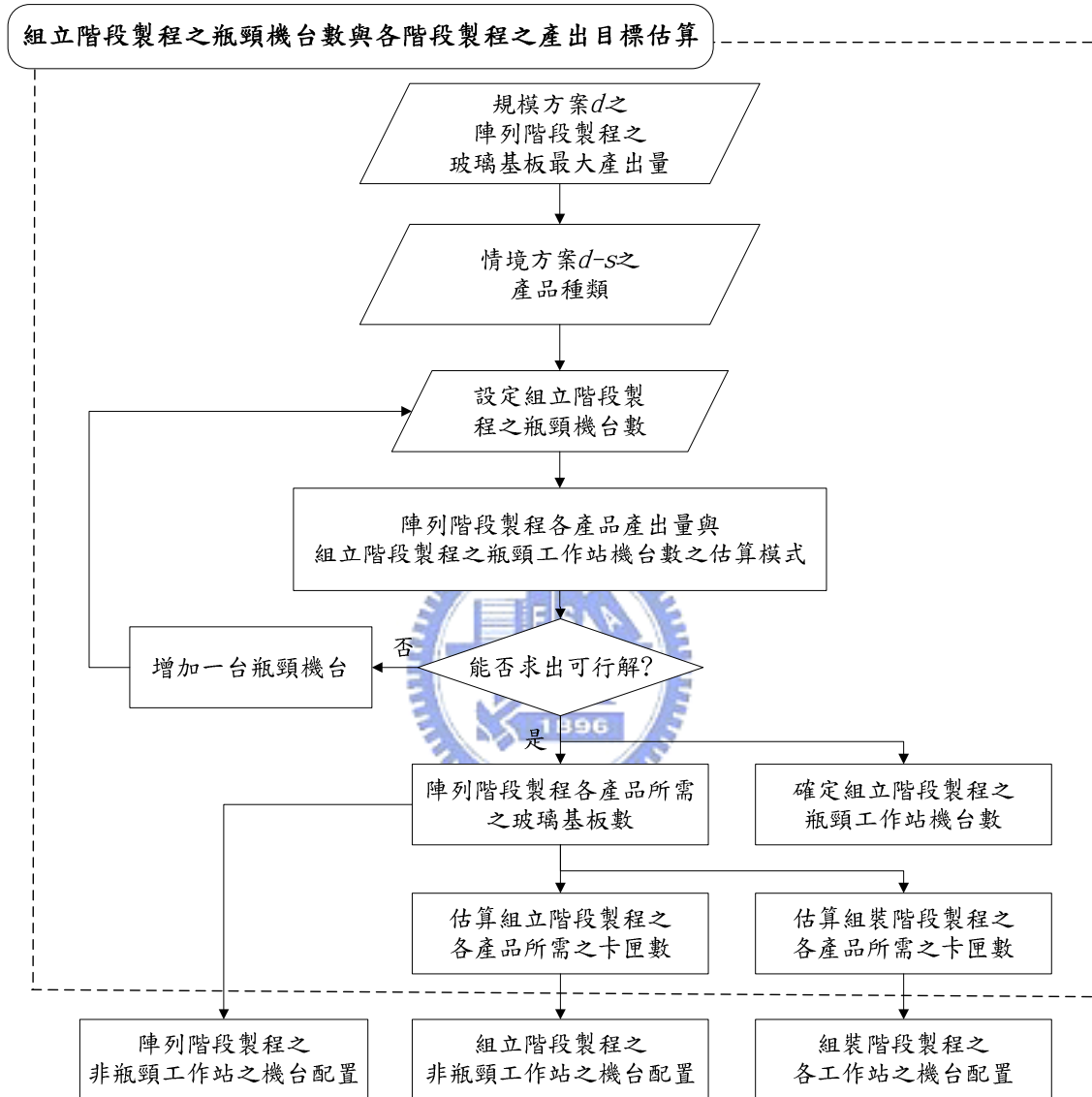


圖 3-3、組立階段製程之瓶頸機台數與各階段製程之產出目標估算流程

在求得組立階段製程之瓶頸工作站所需機台數，並求得各階段製程之各產品產出量後，則將分別設計各階段製程之機台規劃機制：1.陣列階段製程機台規劃機制；2.組立階段製程機台規劃；3.組裝階段製程機台規劃機制。各階段製程之機台規劃機制目的皆在於滿足各產品預計產出量規劃各工作站機台數，非瓶頸工作站之機台則是在盡力配合瓶頸工作站並避免瓶頸發生飄移的前提下進行規



劃，以使下游階段製程皆具有足夠產能將上游階段製程所提供之物料完全利用，並生產成該階段製程之完成品的能力。

### 3.5.1、組立階段製程之瓶頸工作站機台數估算機制

本節吾人將考量組立階段製程瓶頸工作站之利用率水準與最終產出量之總利潤，設計一組立階段製程之瓶頸機台數與各階段製程產出目標估算機制，在「組立階段製程之瓶頸工作站機台估算機制」中，主要考量玻璃基板切割成不同尺寸玻璃面板的切割片數之差異，會造成組立階段製程瓶頸工作站所提供的產能以及利用率的波動之情況下，進行規劃。目的在針對每一生產組合情境方案  $d-s$ ，在必須同時達到瓶頸利用率水準與最有效益地利用有限的玻璃基板追求產出利潤最大化的前提下，計算組立階段製程瓶頸工作站之機台數，並且求得各產品預計所需之玻璃基板數。本機制求算步驟如下：

步驟一：設定組立階段製程瓶頸工作站之初始機台數  $M_{j,BN}^{d-s}$  ( $j=2$ )，並計算實際可用機台數  $N_{j,BN}^{d-s}$  ( $j=2$ )，其為扣除當機比例與預防維修保養後之約當機台數。

$$N_{j,BN}^{d-s} = M_{j,BN}^{d-s} \times \left( 1 - \frac{MTTR_{j,BN} \cdot MTTTPM_{j,BN}}{MTBF_{j,BN} + MTTR_{j,BN} \cdot MTBPM_{j,BN} + MTTTPM_{j,BN}} \right)$$

$for\ j=2$  (式 3-10)

上式中之  $MTTF_{j,BN}$  表示組立階段製程之瓶頸工作站機台之平均失效時間 (mean time between failure)， $MTTR_{j,BN}$  表示組立階段製程之瓶頸工作站機台之平均修復時間 (mean time to repair)， $MTBPM_{j,BN}$  表示組立階段製程之瓶頸工作站機台之平均維修間隔時間 (mean time between PM)，而  $MTTPM_{j,BN}$  則表示組立階段製程之瓶頸工作站機台之平均維修時間 (mean time to PM)。

步驟二：考量最終產出利潤與組立階段製程之瓶頸工作站必須達到一定利用率水準，建構一線性規劃模式，其主要輸入資訊為組立階段製程瓶頸工作站之約當機台數、陣列階段製程之玻璃基板最大產出量，以及陣列階段製程之瓶頸工作站機台數。若無法求出可行解，則增加組立階段製程之瓶頸工作站一台機台，並至步驟一；否則，即可求得各產品之玻璃基板需求量以及組立階段製程瓶頸工作站之機台數。

➤ 目標式

$$\text{Max} \quad \sum_i^I 15 \times TP_{j,i}^{d-s} \times \text{Cut}_i \times P_i \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-11})$$

式 3-11 為目標函數。吾人期望在規劃幅度內，在符合瓶頸工作站之機台達到一定負荷水準之前提下，獲得最大的利潤，所以將目標函數設計為追求利潤最大化為目標。其中各產品之最終產量即為  $15 \times TP_{j,i}^{d-s} \times \text{Cut}_i$ 。

➤ 限制式

$$\sum_i^I TP_{j,i}^{d-s} \leq TP_j^{d-s} \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-12})$$

式 3-12 考量陣列階段製程之玻璃基板供給限制。將各產品  $i$  所需之玻璃基板數量進行加總，其總合必須小於等於陣列階段製程之最大產出量。

$$\left( \sum_i^I \frac{TP_{j-1,i}^{d-s} \times \text{Cut}_i \times 15}{28} \right) \times \overline{PT}_{j,BN,i} + \sum_i^I \overline{PT}_{j,i,BN} \leq U_{j,BN}^{\max} \quad (\text{式 3-13})$$

$N_{j,BN}^{d-s} \times H \times 24 \times 60 \times 60$

*for*  $j=2$

式 3-13 考量組立階段製程之瓶頸工作站負荷限制水準。由於組立階段製程部分機台具有加工不同產品須重新換線的特性，因此為了避免發生換線產能嚴重不足，導致規劃錯誤，因此必須預留換線產能。吾人在此將設定一扣除當機比例、機台預防保養以及預留線產能後之工作站利用率上限  $U_{2,BN}^{\max}$ 。另外，由於

$\frac{TP_{j-1,i}^{d-s} \times \text{Cut}_i \times 15}{28}$  ( $j=2$ ) 之值表示組立階段製程之各產品所需使用之卡匣數，且其

值可能為小數，而此小數即代表欲生產之剩餘面板數無法裝滿一個卡匣所發生的值，但是為了滿足最終之預定產出目標，不足一個卡匣的面板數量亦必須利用一個卡匣進行加工生產，而此時所需的卡匣數若於規劃求解後才以無條件進位方法求得，可能會發生產能不足的現象。例如：經由此模式所求得之總卡匣數為 10.8，且產能利用率已達到上限  $U_{2,BN}^{\max}$ ，此時卡匣數若以無條件進位，則可

發生加工所有卡匣所需之總產能超出產能負荷的情況。因此，吾人將採取保守

的方法，將各產品所需使用之此一卡匣量先行抽離計算，若有  $I$  種產品，則必須額外使用  $I$  個卡匣，加工此  $I$  個卡匣所需之產能即為  $\sum_i^I 1 \times \overline{PT}_{j,BN,i} = \sum_i^I \overline{PT}_{j,BN,i}$ 。

也因此最後各產品所需之卡匣數即等於  $\left\lceil \frac{TP_{j-1,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15}{28} \right\rceil$ ，其中  $j=2$ 。

$$\left( \frac{\sum_i^I \frac{TP_{j-1,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15}{28}}{N_{j,BN}^{d-s} \times H \times 24 \times 60 \times 60} \right) \times \overline{PT}_{j,BN,i} \geq U_{j,BN}^{\min}$$

for  $j=2$  (式 3-14)

式 3-14 考量組立階段製程之瓶頸工作站負荷水準。由於瓶頸工作站利用率太低，將造成系統產能的浪費，而達不到預期之效益，因此吾人在此設定一扣除當機比例與機台預防保養後之工作站利用率下限  $U_{2,BN}^{\min}$ 。此限制式之  $\sum_i^I \overline{PT}_{j,BN,i}$  與式 3-11 之涵義相同，因此不再贅述。

$$\frac{\sum_r \sum_i^I \sum_{l=1}^5 TP_{j,i}^{d-s} \times \pi^r \times \overline{PT}_{j,BN,i}^l \times EN_{BN}^r}{N_{j,BN}^{d-s} \times H \times 24 \times 60 \times 60} \leq U_{j,BN}^{\max}$$

for  $j=1, r=nr, wr$  (式 3-15)

式 3-15 考量陣列階段製程之瓶頸工作站負荷限制水準。瓶頸工作站之最大負荷水準不得超過利用率上限  $U_{j,BN}^{\max}$ 。

$$\frac{\sum_r \sum_i^I \sum_{l=1}^5 TP_{j,i}^{d-s} \times \pi^r \times \overline{PT}_{j,BN,i}^l \times EN_{BN}^r}{N_{j,BN}^{d-s} \times H \times 24 \times 60 \times 60} \geq U_{j,BN}^{\min}$$

for  $j=1, r=nr, wr$  (式 3-16)

式 3-16 考量陣列階段製程之瓶頸工作站負荷水準。由於瓶頸工作站利用率太低，將造成系統產能的浪費，而達不到預期之效益，因此吾人在此設定一扣

除當機比例與機台預防保養後之工作站利用率下限  $U_{1,BN}^{\min}$ 。

$$TP_{j,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15 \leq D_i^{\max} \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-17})$$

式 3-17 限制各產品產出量受限於市場最高預測需求量。考量市場的需求並非為無限，生產過多的產品只會造成庫存量的增加，無法為企業帶來效益，因此組裝階段製程之各產品產出量 ( $TP_{j,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15$ ) 必須小於等於最高預測需求量。

$$TP_{j,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15 \geq D_i^{\min} \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-18})$$

式 3-18 限制各產品產出量受限於市場最低預測需求量。考量市場對各產品有一定的需求量水準，因此組裝階段製程之各產品產出量必須大於等於最低預測需求量。

$$TP_{j,i}^{d-s} \geq 0 \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-19})$$

$$TP_{j,i}^{d-s} \text{ is integer} \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-20})$$



式 3-19 與式 3-20 為變數之值域限制。表示玻璃基板數必為整數且不得為零。

在求得各產品於陣列階段製程所需之玻璃基板數後，將以陣列階段製程各產品所需之玻璃基板產出量為輸入資訊，分別估算組立階段製程與組裝階段製程之各產品產出目標。估算步驟如下：

步驟一：計算組立階段製程之各產品之產出量。其為將各產品所需之玻璃基板數量乘以玻璃基板切割成各產品之切割片數，再乘以 1 個 lot 裝載的玻璃基板數，最後再除以組立階段製程一個卡匣可容納的面板數量(28)，將其值以無條件進位法求得整數值，即為各產品於組立階段製程所需之卡匣數量，此亦代表組立階段製程之各產品產出量。

$$TP_{j,i}^{d-s} = \left\lceil \frac{TP_{j-1,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15}{28} \right\rceil \quad \text{for } j=2 \quad (\text{式 3-21})$$

步驟二：計算組裝階段製程之各產品之產出量。其為將各產品所需之玻璃基板數量乘以玻璃基板切割成各產品之切割片數，乘以 1 個 lot 所裝載的玻璃基板數，最後再除以組裝階段製程一個卡匣可容納的面板數量(14)，將其值以無條件進位法求得整數值，即為各產品於組裝階段製程所需之卡匣數量。

$$TP_{j,i}^{d-s} = \left\lceil \frac{TP_{j-2,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15}{14} \right\rceil \quad \text{for } j=3 \quad (\text{式 3-22})$$

### 3.5.3、陣列階段製程之機台規劃機制

由於陣列階段製程之製程具有回流與重加工之特性，產品在各層級各工作站所需產能除了一般加工所需之產能，還包含產品因抽檢不合格必須重加工所需之額外產能，因此必須同時考量此兩種影響產能需求之因素，進行產能需求推估，才能精確計算欲達到產出目標各工作站必須提供之總產能。陳氏[33]在規劃陣列階段製程之搬運車數時，考量工件之回流與重加工特性，設計一工件在工作站之期望加工次數估算方法，可較精確估算所需之搬運車數。因此，在陣列階段製程之機台規劃機制，吾人將應用陳氏[33]估算各產品在工作站之期望加工次數之模式，計算在某一生產組合情境方案下之產出目標於各工作站之總需求產能，進而求得工作站之機台數。規劃機制流程如圖 3-4 所示，其規劃步驟如下說明之。其中重加工製程集合  $RW_{1,l}$  為量測工件經由檢測工作站 W18 進行量測結果為不良品所需進行的加工步驟。以  $RW_{1,l}$  之重加工製程集合為例，若量測工件於第一個層級經由工作站 W18 之檢驗結果為不良品時，則必須依序經由 W09、W17 以及 W06 重新加工後，再回至量測工件所屬之加工步驟中之工作站 W18 進行檢驗為良品後方可進入下一工作站 W16 進行加工。而  $RW_{2,l}$  為量測工件經由檢測工作站 W19 進行量測結果為不良品所需進行的加工步驟。以  $RW_{2,l}$  之重加工製程集合為例，若量測工件於第一各層級經由工作站 W19 之檢驗結果為不良品時，則必須依序經由 W04、W09、W17、W18 以及 W16 重新加工後，再回至量測工件所屬之加工步驟中之工作站 W19 進行檢驗為良品後方可進入下一工作站 W09 進行加工。





圖 3-4、陣列階段製程各工作站之機台數估算流程

然而，由於吾人在設定生產組合情境方案  $d-s$  時，已經決定陣列階段製程瓶頸工作站之機台數，因此，此機台規劃機制主要目的在於計算陣列階段製程非瓶頸工作站之機台數。

➤ 規劃步驟：

步驟一：計算規劃幅度內各屬性別產量。

$$TP_j^{d-s,nr} = \sum_i^I [TP_{j,i}^{d-s} \times \pi_i^{nr}] \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-23})$$

$$TP_j^{d-s,wr} = \sum_i^I [TP_{j,i}^{d-s} \times \pi_i^{wr}] \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-24})$$

步驟二：計算各屬別工件在工作站  $k$  的期望加工次數  $EN_k^r$ 。若為一般工件，則  $EN_k^{nr} = 1$ ；若為量測工件，則在工作站  $k$  之期望加工次數如下：

(1) 若重加工製程集合  $RW_{1,l}$  與  $RW_{2,l}$  之兩個製程集合之所屬加工步驟皆不會經過工作站  $k$  (見附表 A-3)，則

$$EN_k^{wr} = 1 \quad (\text{式 3-25})$$

(2) 若重加工製程集合  $RW_{1,l}$  與  $RW_{2,l}$  中僅有一個製程集合之所屬加工步驟會經過工作站  $k$  (見附表 A-3)，則

$$EN_k^{wr} = 1 + \mu \quad (\text{式 3-26})$$

(3) 若重加工製程集合  $RW_{1,l}$  與  $RW_{2,l}$  中所屬加工步驟皆會經過工作站  $k$  (見附表 A-3)，則在工作站  $k$  的期望加工次數則等於「良品與不良品發生的機率」乘以「良品與不良品的期望工次數」之總和。亦即等於「量測工件不需要重加工的機率」乘以 1，加上「量測工件需要重加工的機率」乘以「1+期望重加工次數」。

$$EN_k^{wr} = (1 - \mu_1) \times (1 - \mu_2) \times 1 + [\mu_1 \times 1 + (1 - \mu_1) \times \mu_2] \times (1 + EN_k^{wr})$$

$$\Rightarrow EN_k^{wr} = \frac{1}{1 - \mu_1 - \mu_2 + \mu_1 \times \mu_2} \quad (\text{式 3-27})$$

步驟三：計算各屬性別工件從投料至產出，在工作站  $k$  所耗用之產能。

$$DCap_{j,k}^{d-s,r} = \sum_{l=1}^5 TP_j^{d-s,r} \times \overline{PT}_{j,k}^l \times EN_k^r \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-28})$$

步驟四：計算規劃幅度內，產出目標在工作站  $k$  所需耗用之總產能。

$$DCap_{j,k}^{d-s} = \sum_r DCap_{j,k}^{d-s,r} \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-29})$$

步驟五：計算規劃幅度內，工作站  $k$  單一機台最大可提供的產能，其為扣除機台當機、維修保養等預留產能後之剩餘可用產能。

$$SCap_{j,k} = H \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{MTTR_{j,k}}{MTBF_{j,k} + MTTR_{j,k}}\right) \times U_{j,k}^{\text{lim}}$$

$$\quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-30})$$

步驟六：計算規劃幅度內，各工作站之最適機台數。



$$M_{j,k}^{d-s} = \left\lceil \frac{DCap_{j,k}^{d-s}}{SCap_{j,k}} \right\rceil \quad \text{for } j=1 \quad (\text{式 3-31})$$

### 3.5.4、組立階段製程之機台規劃機制

由於透過 3.5 節的規劃結果，已決定生產組合情境方案  $d-s$  之組立階段製程之瓶頸工作站之機台數量，因此組立階段製程之機台規劃機制主要目的在於求算組立階段製程非瓶頸工作站之機台需求量。因為組立階段製程以卡匣為加工單位，透過 3.5.1 節所求得各產品在組立階段製程所需之卡匣數，亦代表組立階段製程各產品之產出目標量，吾人將依據此生產資訊，考量非瓶頸工作站之加工特性以及非瓶頸工作站之利用率水準，規劃非瓶頸工作站之機台數。規劃步驟如下：

步驟一：計算生產組合情境方案  $d-s$  在規劃幅度內，產出目標對於工作站  $k$  之總需求產能。其為工作站加工各產品所需耗用之總產能。

$$DCap_{j,k}^{d-s} = \sum_{i=1}^I (\overline{PT}_{j,k,i} \times TP_{j,i}^{d-s}) \quad \text{for } j=2 \quad (\text{式 3-32})$$

步驟二：計算規劃幅度內，工作站  $k$  單一機台最大可提供之產能，即為扣除機台當機以及維修保養後之最大可提供之產能。若工作站為序列機台，則  $C_{j,k}^{\max} = 1$ 。

$$SCap_{j,k} = H \times 24 \times 60 \times \left( 1 - \frac{MTTR_{j,k}}{MTBF_{j,k} + MTTR_{j,k}} - \frac{MTTPM_{j,k}}{MTBPM_{j,k} + MTTPM_{j,k}} \right) \times U_{j,k}^{\text{lim}} \times C_{j,k}^{\max} \quad \text{for } j=2 \quad (\text{式 3-33})$$

步驟三：計算生產組合情境方案  $d-s$  在規劃幅度內，工作站  $k$  最適機台數。其為總產出量所需的總產能除以單一機台在規劃幅度內最大可提供之產能，然而，由於機台數之值必為整數，且必須滿足需求產能，因此最後必須無條件進位至整數。

$$M_{j,k}^{d-s} = \left\lceil \frac{DCap_{j,k}^{d-s}}{Scap_{j,k}} \right\rceil \quad \text{for } j=2 \quad (\text{式 3-34})$$

### 3.5.5、組裝階段製程之機台規劃機制

由於組裝階段製程各工作站之機台價格相較於陣列階段製程與組立階段製程顯得格外便宜，且其主要目標是盡力滿足顧客需求，因此機台規劃理念以滿足所規劃之各產品產出目標所需之產能為主，各工作站之利用率則屬於次重要之考量因素，才得以避免經由陣列階段製程所生產之玻璃基板或是組立階段製程所生產之液晶面板，因組裝階段製程之產能不足發生訂單延遲交貨，或是造成玻璃基板與液晶面板庫存量過多等問題。

然而，由於組裝階段製程之生產型態與組立階段製程相同，皆為流線型生產，且具有換線時間相當長的特性，因此組裝階段製程之機台規劃機制將與組立階段製程之機台規劃機制類似，主要差異在於組裝階段製程各工作站皆為序列機台，以及因必須同時規劃組裝階段製程之瓶頸工作站與非瓶頸工作站，吾人亦考量避免發生瓶頸飄移的現象，增加生產現場規劃的複雜性，因此設定非瓶頸資源之最高利用率( $U_{j,k}^{\max}$ )不得超過瓶頸工作站利用率之 80%，且經規劃後的非瓶頸工作站理論利用率( $U_{j,k}$ )亦不得超過瓶頸工作站理論利用率。其規劃步驟如下：

步驟一：計算生產組合情境方案  $d-s$  在規劃幅度內，產出目標對於工作站  $k$  之總需求產能。其為工作站加工各產品所需耗用之總產能。

$$DCap_{j,k}^{d-s} = \sum_i^I (\overline{PT}_{j,k,i} \times TP_{j,i}^{d-s}) \quad \text{for } j=3 \quad (\text{式 3-35})$$

步驟二：計算規劃幅度內，工作站  $k$  單一機台最大可提供之產能，即為扣除機台當機以及維修保養後之最大可提供之產能。工作站  $k$  若為瓶頸工作站，則  $U_k^{\max} = 0.95$ ；若為非瓶頸工作站，則  $U_k^{\max} = 0.76$ 。

$$SCap_{j,k} = H \times 24 \times 60 \times 60 \times \left(1 - \frac{MTTR_{j,k}}{MTBF_{j,k} + MTTR_{j,k}} - \frac{MTTPM_{j,k}}{MTBPM_{j,k} + MTTPM_{j,k}}\right) \times U_{j,k}^{\max} \quad \text{for } j=3 \quad (\text{式 3-36})$$

步驟三：計算生產組合情境方案  $d-s$  在規劃幅度內，工作站  $k$  最低需求機台數。其為總產出量所需的總產能除以單一機台在規劃幅度內最大可提供之產能，然而，由於機台數必為整數，且必須滿足需求產能，因此最後必須無條件進入至

整數。

$$M_{j,k}^{d-s} = \left\lceil \frac{DCap_{j,k}^{d-s}}{SCap_{j,k}} \right\rceil \quad \text{for } j=3 \quad (\text{式 3-37})$$

步驟四：計算工作站  $k$  之理論利用率，若非瓶頸工作站之理論利用率大於瓶頸工作站之理論利用率，則增加一台機台。否則，步驟三之結果即為工作站  $k$  之最適機台數。

$$U_{j,k}^{d-s} = \frac{DCap_{j,k}^{d-s}}{M_{j,k}^{d-s} \times SCap_{j,k}} \times U_{j,k}^{\max} \quad \text{for } j=3 \quad (\text{式 3-38})$$

### 3.6、主生產排程規劃模組

由於陣列階段製程不考量各工作站之機台換線特性，且同屬性別  $r$  之各產品於陣列階段製程之加工步驟與加工時間皆相同，因此瓶頸工作站之產能利用狀況主要受投料量之影響，並無須對瓶頸工作站之機台進行產能配置。因此，本模組主要分為組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式、組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式，與各階段製程之投料規劃機制。

考量組立階段製程與組裝階段製程具有換線整備時間相當長的特性，且組裝階段製程之物料需求必須由組立階段製程供給，而組立階段製程之物料需求須由陣列階段製程供給，因此吾人將首先考量陣列階段製程之產出量、組立階段製程之產能限制以及機台加工特性等的前提下，提出組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式，在有效地控制瓶頸工作站之換線行為，以及使陣列階段製程所產出之玻璃基板庫存量為最少的前提下，規劃出各規劃週期陣列階段製程與組立階段製程各產品之預計產出量。接著，考量組立階段製程各規劃週期各產品之產出量、組裝階段製程之產能限制以及機台加工特性等的前提下，提出組裝階段製程之瓶頸機台產能規劃模式，藉以控制瓶頸工作站之換線行為，以及使組立階段製程所產出之液晶面板庫存量為最少的前提下，規劃出各規劃時期組裝階段製程各產品之預計產出量。

最後，由於投料時點的掌控，對於維持生產系統之穩定性有顯著之影響，因此吾人將透過組立階段製程與組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式所求得

之各規劃週期各產品之產出量做為輸入資訊，利用投料規劃機制，估算各階段製程各產品於各規劃週期之投料間隔時間與投料順序。

### 3.6.1、組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式

在完成各階段製程各工作站之機台規劃後，則進行組立階段製程之瓶頸產能配置規劃。由於組立階段製程之各產品最大投入量即為陣列階段製程之各產品總產出量，即表示陣列階段製程之各產品總產出即為組立階段製程各產品之物料最大供給量。因此吾人在規劃幅度內，將以陣列階段製程之目標總產出量作為各產品之物料供給量，同時考量陣列階段製程各期之玻璃基板最大產出量、組立階段製程之瓶頸工作站之機台換線時間以及各期機台可供最大之產能，建構線性規劃模式，以求解各期各瓶頸機台應該生產之產品數量以及生產順序，期望能達到玻璃基板庫存量最小化之目標。

吾人將應用蔡氏[40]、林氏[27]與許氏[34]之瓶頸機台產能配置模式之觀念，設計符合本研究之數學模式。由於蔡氏[40]、林氏[27]與許氏[34]的數學模式皆以產出最大化為目標，當模式不以產出最大化為目標進行規劃時，會發生機台實際不需重新換線，卻在模式求解後所求得之解卻會呈現需要重新換線的問題，造成產能浪費以及最佳解的不合理性。因此吾人將補強機台換線的限制，並增加供給與需求之限制式，以符合吾人之產能配置模式。

#### (1) 符號說明

➤ 符號下標

$t$ ：規劃週期， $t=1,2,\dots,T$ ；

$i$ ：產品種類別， $i=1,2,\dots,I$ ；

$m$ ：組立階段製程瓶頸工作站中之第  $m$  台機台， $m=1,2,\dots,M_{2,BN}^{d-s}$ ；

➤ 輸入參數

$A$ ：各機台欲換線以加工另一種產品之最小連續加工數量；

$Cut_i$ ：玻璃基板切割成產品  $i$  之切割片數；

$CCap_{m,t}$  : 組立階段製程之瓶頸機台  $m$  在第  $t$  時期的可用產能；

$PT_{2,BN,i,m}$  : 組立階段製程之瓶頸機台  $m$  加工產品  $i$  所需時間；

$ST_{2,BN,m}$  : 組立階段製程之瓶頸機台  $m$  的換線時間；

$TP_{1,i}^{d-s}$  : 陣列階段製程產品  $i$  之產出目標；

$TP_1^{d-s}$  : 陣列階段製程之總產出目標；

➤ 虛擬參數

$s_i^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  中，補足產品  $i$  最後一個卡匣所需之虛擬面板數量；

➤ 決策變數

$Ax_{i,t}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，產品  $i$  於陣列階段製程之產出量；

$As_{i,t}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，陣列階段製程之產品  $i$  之物料庫存量；

$Cx_{i,m,t}^{d-s}$  : 在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，產品  $i$  指派給組立階段製程之瓶頸機台  $m$  的數量；

➤ 工作站變數

$C\delta_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  是否在組立階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$C\psi_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  在組立階段製程之瓶頸機台  $m$  生產是否需要換線，若是則為 1，反之則為 0；

$C\gamma_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期期初，產品  $i$  是否在組立階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$C\phi_{i,m,t}^{d-s}$  : 0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期期末，產品  $i$  是否在組立階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$y_{m,t}$  : 0-1 變數。

(2) 問題模式

目標式：

$$\min \sum_i^I \sum_t^T As_{i,t}^{d-s} \quad (式 3-39)$$

限制式：

$$TP_{2,i}^{d-s} \times 28 - TP_{1,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15 = s_i^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad (式 3-40)$$

$$\sum_m^{M_{2,BN}} \sum_t^T Cx_{i,m,t}^{d-s} = TP_{2,i}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad (式 3-41)$$

$$\sum_m^{M_{2,BN}} Cx_{i,m,t}^{d-s} \times 28 \leq Ax_{i,t}^{d-s} \times 15 \times Cut_i + As_{i,t-1}^{d-s} \times 15 \times cut_i, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-42)$$

$$As_{i,t}^{d-s} \times 15 \times Cut_i = Ax_{i,t}^{d-s} \times 15 \times Cut_i + As_{i,t-1}^{d-s} \times 15 \times Cut_i - \sum_m^{M_{2,BN}} Cx_{i,m,t}^{d-s} \times 28, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-43)$$

$$\sum_i^I Ax_{i,t}^{d-s} \times 15 \leq \frac{\left( TP_1^{d-s} \times 15 + \sum_i^I \frac{s_i^{d-s}}{Cut_i} \right)}{T}, \quad \forall t \in T \quad (式 3-44)$$

$$\sum_i^I (Cx_{i,m,t}^{d-s} \times PT_{2,BN,i,m} + ST_{2,BN,m} \times C\psi_{i,m,t}^{d-s}) \leq CCap_{m,t}, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-45)$$

$$Cx_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times C\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-46)$$

$$Cx_{i,m,t}^{d-s} \geq C\delta_{i,m,t}^{d-s} \times A, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-47)$$

$$\sum_i^I C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-48)$$

$$C\gamma_{i,m,t}^{d-s} \leq C\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-49)$$

$$\sum_i^I C\phi_{i,m,t}^{d-s} = 1, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-50)$$



$$C\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq C\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-51})$$

$$2 - \sum_i^I C\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times (1 - y_{m,t}), \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-52})$$

$$C\gamma_{i,m,t}^{d-s} - C\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times y_{m,t}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-53})$$

$$\sum_i^I C\delta_{i,m,t}^{d-s} - 1 \leq V \times y_{m,t}, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-54})$$

$$C\gamma_{i,m,t}^{d-s} + C\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq C\delta_{i,m,t}^{d-s} + V \times (1 - y_{m,t}), \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-55})$$

$$C\psi_{i,m,t}^{d-s} \leq C\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-56})$$

$$C\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq C\psi_{i,m,t}^{d-s} + C\phi_{i,m,t-1}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-57})$$

$$C\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq C\psi_{i,m,t}^{d-s} + C\gamma_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-58})$$

$$2 - C\gamma_{i,m,t}^{d-s} - C\phi_{i,m,t-1}^{d-s} \geq C\psi_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-59})$$

$$Cx_{i,m,t}^{d-s} \geq 0, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-60})$$

$$C\delta_{i,m,t}^{d-s}, C\gamma_{i,m,t}^{d-s}, C\phi_{i,m,t}^{d-s}, y_{m,t} \in (0,1), \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-61})$$

### (1) 模式說明

➤ 目標式：

$$\min \sum_i^I \sum_t^T As_{i,t}^{d-s} \quad (\text{式 3-39})$$

組立階段製程之產能設計理念之目的在於配置瓶頸工作站之各規劃週期所生產之產品以及所加工之產品加工順序，以達成 3.5.1 節所求算之各產品之產出目標。但是由於各產品之玻璃基板切割片數的不同，會造成各規劃週期各產品



所需之玻璃基板數有所差異，而且由於陣列階段製程受限各規劃週期之產能最大可用上限，而使各規劃週期可生產之總玻璃基板數有限，因此為了避免組立階段製程之各產品發生玻璃基板物料不足，各產品所需之玻璃基板可能必須提前生產，而導致玻璃基板的庫存。然而庫存越多所需之庫存作業也將隨之增加，亦將增加庫存作業之相關成本，為了使庫存作業量可以降到最低，因此吾人將目標函數設計為在總庫存量最小化的前提下，達成各產品之產出目標。

➤ 限制式說明：

$$TP_{2,i}^{d-s} \times 28 - TP_{1,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15 = s_i^{d-s} \quad , \forall i \in I \quad (式 3-40)$$

式 3-40 表示組立階段製程之產出量等於陣列階段製程之物料供給量。 $s_i^{d-s}$  為當產品  $i$  之最後一個卡匣未滿載時，必須補足最後一個卡匣所需之虛擬物料量，其可避免組立階段製程之產出量大於陣列階段製程之物料供給量，以使供給與需求達到平衡。

$$\sum_m^{M_{2,BN}} \sum_t^T Cx_{i,m,t}^{d-s} = TP_{2,i}^{d-s} \quad , \forall i \in I \quad (式 3-41)$$

式 3-41 表示在規劃幅度內產品  $i$  的總產出量必須等於組立階段製程之產品  $i$  之目標產出量，以達成預定之產出目標。

$$\sum_m^{M_{2,BN}} Cx_{i,m,t}^{d-s} \times 28 \leq Ax_{i,t}^{d-s} \times 15 \times Cut_i + As_{i,t-1}^{d-s} \times 15 \times Cut_i \quad , \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-42)$$

$$\begin{aligned} &As_{i,t}^{d-s} \times 15 \times Cut_i \\ &= Ax_{i,t}^{d-s} \times 15 \times Cut_i + As_{i,t-1}^{d-s} \times 15 \times Cut_i - \sum_m^{M_{2,BN}} Cx_{i,m,t}^{d-s} \times 28 \quad , \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-43) \end{aligned}$$

式 3-42 與 3-43 考量組立階段製程各期各產品之物料供給量與前期末使用之物料的庫存狀況。第  $t$  期產品  $i$  未使用之物料庫存量  $As_{i,t}^{d-s}$  即為此期物料供給量加上前一期( $t-1$ )之物料庫存量，再扣除該期產品  $i$  所生產之數量。

$$\sum_i^I Ax_{i,t}^{d-s} \times 15 \leq \frac{\left( TP_1^{d-s} \times 15 + \sum_i^I s_i^{d-s} \right)}{T} \quad , \forall t \in T \quad (式 3-44)$$

式 3-44 考量陣列階段製程各期所能生產之最大總玻璃基板數。

$$\sum_i^I (Cx_{i,m,t}^{d-s} \times PT_{2,BN,i,m} + ST_{2,BN,m} \times C\psi_{i,m,t}^{d-s}) \leq CCap_{m,t}, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-45)$$

式 3-45 為組立階段製程瓶頸工作站之產能限制式。表示產品總加工時間與總換線時間的總合，必須小於當期該機台所能提供之產能。

$$Cx_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times C\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-46)$$

式 3-46 設定加工數量  $Cx_{i,m,t}^{d-s}$  與  $C\delta_{i,m,t}^{d-s}$  的關係式， $V$  為一個相對其它數極大的值。若  $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 0$  則表示產品  $i$  在第  $t$  期不指派給機台  $m$  生產，即加工數量強迫為 0；反之若  $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ，表示產品  $i$  在第  $t$  期指派給機台  $m$  生產，即  $Cx_{i,m,t}^{d-s} \leq V$  恆成立。

$$Cx_{i,m,t}^{d-s} \geq C\delta_{i,m,t}^{d-s} \times A, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-47)$$

式 3-47 設定  $i$  種產品欲於機台  $m$  生產時，必須生產之最低數量，以避免機台換線後所生產之產品數量太小，而達不到預定生產效率。

$$\sum_i^I C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-48)$$

$$C\gamma_{i,m,t}^{d-s} \leq C\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-49)$$

$$\sum_i^I C\phi_{i,m,t}^{d-s} = 1, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-50)$$

$$C\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq C\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-51)$$

式 3-48~式 3-51 決定各機台在每一個規劃週期期初與期末所加工的產品。在同一個時期，機台不管加工幾種產品，期初與期末皆只能有一種產品在機台上加工，因此  $\sum_i^I C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1$  與  $\sum_i^I C\phi_{i,m,t}^{d-s} = 1$ 。若這時期  $m$  機台只加工一種產品，而此機台期初必定加工此產品，式 3-48 與式 3-49 才會同時成立。若這時期機台  $m$  必須加工兩種以上之產品，此時機台必定會從中挑選一種產品在期初加工，

並挑選另一種產品在期末加工。例如有兩種產品  $i$  與  $i'$  必須在機台  $m$  上加工 ( $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ;  $C\delta_{i',m,t}^{d-s} = 1$ )，則期初可能挑選  $i$  產品進行加工 ( $C\gamma_{i,m,t}^{d-s}$ ) 或不先選  $i$  產品 ( $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 0$ )；若先選取  $i$  產品於期初加工，則  $C\gamma_{i,m,t}^{d-s}$  便為 0，且期末必定加工  $i'$  產品 ( $C\phi_{i',m,t}^{d-s} = 1$ )，如此式 3-48~式 3-51 會同時成立。

$$2 - \sum_i^I C\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times (1 - y_{m,t}) \quad , \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-52})$$

$$C\gamma_{i,m,t}^{d-s} - C\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times y_{m,t} \quad , \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-53})$$

$$\sum_i^I C\delta_{i,m,t}^{d-s} - 1 \leq V \times y_{m,t} \quad , \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-54})$$

$$C\gamma_{i,m,t}^{d-s} + C\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq C\delta_{i,m,t}^{d-s} + V \times (1 - y_{m,t}) \quad , \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-55})$$

式 3-52~式 3-55 可代表兩種情況。式 3-52 與式 3-53 代表此機台採用專線生產；式 3-54 與式 3-55 代表此機台採用混線生產。

當第  $t$  期之機台  $m$  採用專線生產時，則機台期初與期末只會生產同一種產品，因此  $\sum_i^I C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$  且  $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = C\phi_{i,m,t}^{d-s} = 1$ 。將  $\sum_i^I C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$  帶入式 3-52 與 3-54，則此時  $y_{m,t} = 0$  才可以滿足。再將  $y_{m,t} = 0$  與  $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = C\phi_{i,m,t}^{d-s} = 1$  帶入式 3-53 與式 3-55，皆恆成立。

當第  $t$  期之機台  $m$  採用混線生產時，則  $\sum_i^I C\delta_{i,m,t}^{d-s} \geq 2$ ，且為了符合連續加工完成產品之後再進行換線以減少換線次數的原則，因此混線生產期初加工的產品與期末一定不同，即  $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} \neq C\phi_{i,m,t}^{d-s}$ 。因此假設產品  $i$  與  $i'$  這時期在機台  $m$  上加工 ( $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ,  $C\delta_{i',m,t}^{d-s} = 1$ )，若期初加工產品  $i$ ，期末加工產品  $i'$ ，則  $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1$ 、 $C\gamma_{i',m,t}^{d-s} = 0$ 、 $C\phi_{i,m,t}^{d-s} = 0$  以及  $C\phi_{i',m,t}^{d-s} = 1$ 。將  $\sum_i^I C\delta_{i,m,t}^{d-s} \geq 2$  帶入式 3-52 與 3-54，則必

須  $y_{m,t} = 1$  才可以滿足。再將  $y_{m,t} = 1$ 、 $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1$ 、 $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 0$ 、 $C\phi_{i,m,t}^{d-s} = 0$  以及  $C\phi_{i,m,t}^{d-s} = 1$  帶入式 3-53 與式 3-55，皆恆成立。

$$C\psi_{i,m,t}^{d-s} \leq C\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-56})$$

$$C\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq C\psi_{i,m,t}^{d-s} + C\phi_{i,m,t-1}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-57})$$

$$C\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq C\psi_{i,m,t}^{d-s} + C\gamma_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-58})$$

$$2 - C\gamma_{i,m,t}^{d-s} - C\phi_{i,m,t-1}^{d-s} \geq C\psi_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-59})$$

式 3-56~式 3-59 考慮各期機台換線的限制。為了更清楚了解限制式之涵義，吾人先將機台各種可能生產情況全部列舉於表 3-1 後，然後再對限制式進行說明。

表 3-1、機台之可能生產情況

生產時期點	機台之生產情況								0 與 1 之涵義
	一	二	三	四	五	六	七	八	
$t-1$ 期期末	1	1	0	0	1	0	1	0	1：表示機台 $m$ 生產產品 $i$ 。 0：表示機台 $m$ 不 生產產品 $i$ 。
$t$ 期	1	1	1	1	1	1	0	0	
$t$ 期期初	1	0	1	0	0	0	0	0	
$t$ 期期末	0	1	0	1	0	0	0	0	

若第  $t$  期機台  $m$  生產產品  $i$  且在期初生產，而  $t-1$  期期末機台  $m$  亦生產產品  $i$  時 ( $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ； $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ； $C\phi_{i,m,t-1}^{d-s} = 1$ )，機台  $m$  這期實際上並不需要換線，但是將  $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ； $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ； $C\phi_{i,m,t-1}^{d-s} = 1$  帶入式 3-56~式 3-58 會發生  $C\psi_{i,m,t}^{d-s} = 1$  或  $C\psi_{i,m,t}^{d-s} = 0$  (機台換線或不換線皆可) 皆成立，因此必須以式 3-59 加以限制，以強迫機台  $m$  不需要換線。(情況一)

若第  $t$  期機台  $m$  加工產品  $i$  ( $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ )，且在第  $t-1$  期期末機台  $m$  亦加工產品  $i$  ( $C\phi_{i,m,t-1}^{d-s} = 1$ )，但是第  $t$  期產品  $i$  並非在期初生產 ( $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 0$ ) 時，則機台  $m$  必須重新換線 ( $C\psi_{i,m,t}^{d-s} = 1$ )。(情況二與情況五)

若第  $t$  期機台  $m$  加工產品  $i$  ( $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ;  $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 0$ )，且  $t-1$  期期末機台  $m$  未加工產品  $i$  ( $C\delta_{i,m,t-1}^{d-s} = 1$ ;  $C\phi_{i,m,t-1}^{d-s} = 1$ )，將其帶入式 3-56 則可得  $C\psi_{i,m,t}^{d-s} = 1$  (機台這期需要換線)，再將  $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ 、 $C\phi_{i,m,t-1}^{d-s} = 0$  與  $C\psi_{i,m,t}^{d-s} = 1$  帶入式 3-57~式 3-59 時，不論產品  $i$  是否在  $t$  期期初加工 ( $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1$  或  $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 0$ )，皆成立。(情況三、情況四與情況六)

若產品  $i$  於第  $t$  期不會在機台  $m$  上生產，此時不論在  $t-1$  期期末機台  $m$  是否生產產品  $i$ ，式 3-58 可限制機台不需要換線，此時  $C\delta_{i,m,t}^{d-s} = 0$ ； $C\psi_{i,m,t}^{d-s} = 0$ ； $C\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 0$ ，將其帶入式 3-56、式 3-57 與式 3-59，皆恆成立。(情況七與情況八)

$$Cx_{i,m,t}^{d-s} \geq 0, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-60})$$

$$C\delta_{i,m,t}^{d-s}, C\gamma_{i,m,t}^{d-s}, C\phi_{i,m,t}^{d-s}, y_{m,t} \in (0,1), \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-61})$$

式 3-60 與式 3-61 皆為對控制變數的值域所做的限制。

### 3.6.2、組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式

在完成組立階段製程之瓶頸工作站產能配置後，即可得到各期各產品之預計產出量，此產出量即為組裝階段製程之物料最大投入量。吾人將以組立階段製程之瓶頸工作站產能規劃結果，經由單位轉換<sup>4</sup>後，作為組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式之物料供給量，進行機台產能規劃。

吾人將在規劃幅度內，考量各產品之物料供給數量、瓶頸工作站每期可供規劃的最大產能以及工作站之機台整備成本，建構線性規劃模式，求出各期各機台之生產數量與生產順序，期望達到液晶面板庫存量最小化之目標。此模式主要應用蔡氏[40]、林氏[27]與許氏[34]之瓶頸工作站產能配置模式，補強其機台換線限制，並考量各規劃時期期初物料庫存量與供給量，在盡量減少組立階段製程之各產品庫存量的情況下，進行最佳化的生產。其符號與模式如下說明之。

<sup>4</sup> 由於組立階段製程之 1 卡匣(cassette)=28 片(pic)，而組裝階段製程之 1 卡匣(cassette)=14 片(pic)因此將組立階段製程之產出量乘以 2 即為組裝階段製程之最大物料供給量。但是，由於各產品於組立階段製程所生產之最後一個卡匣不一定裝載 28 片面板，因此最後一個卡匣是依據其實際所裝載之面板數量計算於組裝階段製程所需之卡匣數。

## (1) 符號說明

### ➤ 符號下標

$t$ ：規劃週期， $t=1,2,\dots,T$ ；

$i$ ：產品種類別， $i=1,2,\dots,I$ ；

$m$ ：組裝階段製程瓶頸工作站中之第  $m$  台機台， $m=1,2,\dots,M_{3,BN}$ ；

### ➤ 輸入參數

$A$ ：各機台欲換線以加工另一種產品之最小連續加工數量；

$CS_{i,t}^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  於組裝階段製程之物料供給量；

$MCap_{m,t}$ ：組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  在第  $t$  時期的可用產能；

$PT_{3,BN,i,m}$ ：組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  加工產品  $i$  所需時間；

$ST_{3,BN,m}$ ：組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  的換線時間；

### ➤ 決策變數

$Mx_{i,m,t}^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，產品  $i$  指派給組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  的數量；

$MS_{i,t}^{d-s}$ ：在情境方案  $d-s$  之第  $t$  時期，組裝階段製程之產品  $i$  之物料庫存量；

### ➤ 工作站變數

$M\delta_{i,m,t}^{d-s}$ ：0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  是否在組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$M\psi_{i,m,t}^{d-s}$ ：0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期，產品  $i$  在組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  生產是否需要換線，若是則為 1，反之則為 0；

$M\gamma_{i,m,t}^{d-s}$ ：0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期期初，產品  $i$  是否在組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；

$M\phi_{i,m,t}^{d-s}$ ：0-1 變數。在情境方案  $d-s$  之第  $t$  期期末，產品  $i$  是否在組裝階段製程之瓶頸機台  $m$  生產，若是則為 1，反之則為 0；



$z_{m,t}$  : 0-1 變數。

(2) 問題模式

目標函數：

$$\text{Min} \sum_i^I \sum_t^T Ms_{i,t}^{d-s} \quad (\text{式 3-62})$$

限制式：

$$\sum_m^{M_{3,BN}} \sum_t^T Mx_{i,m,t}^{d-s} = CS_{i,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad (\text{式 3-63})$$

$$\sum_i^I (Mx_{i,m,t}^{d-s} \times PT_{3,BN,i,m} + ST_{3,BN,m} \times M\psi_{i,m,t}^{d-s}) \leq MCap_{m,t}, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-64})$$

$$\sum_m^{M_{3,BN}} Mx_{i,m,t}^{d-s} \leq CS_{i,t}^{d-s} + Ms_{i,t-1}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-65})$$

$$Ms_{i,t}^{d-s} = CS_{i,t}^{d-s} + Ms_{i,t-1}^{d-s} - \sum_m^{M_{3,BN}} Mx_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-66})$$

$$Mx_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times M\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-67})$$

$$Mx_{i,m,t}^{d-s} \geq M\delta_{i,m,t}^{d-s} \times A, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-68})$$

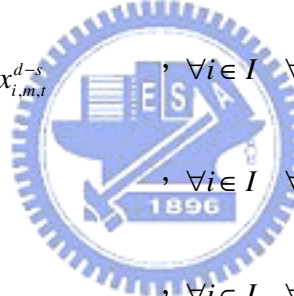
$$\sum_i^I M\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-69})$$

$$M\gamma_{i,m,t}^{d-s} \leq M\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-70})$$

$$\sum_i^I M\phi_{i,m,t}^{d-s} = 1, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-71})$$

$$M\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq M\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-72})$$

$$2 - \sum_i^I M\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times (1 - z_{m,t}), \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-73})$$



$$M\gamma_{i,m,t}^{d-s} - M\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times z_{m,t}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-74})$$

$$\sum_i^I M\delta_{i,m,t}^{d-s} - 1 \leq V \times z_{m,t}, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-75})$$

$$M\gamma_{i,m,t}^{d-s} + M\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq M\delta_{i,m,t}^{d-s} + V \times (1 - z_{m,t}), \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-76})$$

$$M\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq M\psi_{i,m,t}^{d-s} + M\phi_{i,m,t-1}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-77})$$

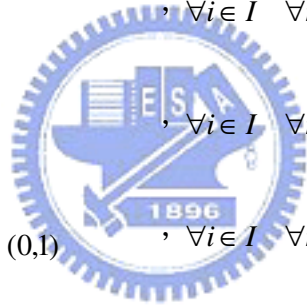
$$M\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq M\psi_{i,m,t}^{d-s} + M\gamma_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-78})$$

$$M\psi_{i,m,t}^{d-s} \leq M\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-79})$$

$$2 - M\gamma_{i,m,t}^{d-s} - M\phi_{i,m,t-1}^{d-s} \geq M\psi_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-80})$$

$$Mx_{i,m,t}^{d-s} \geq 0, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-81})$$

$$M\delta_{i,m,t}^{d-s}, M\gamma_{i,m,t}^{d-s}, M\phi_{i,m,t}^{d-s}, z_{m,t} \in (0,1), \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-82})$$



### (3) 模式說明

#### ➤ 目標函數說明

$$\text{Min} \quad \sum_i^I \sum_t^T Ms_{i,t}^{d-s} \quad (\text{式 3-62})$$

組裝階段製程之產能設計理念之目的在於將某一規劃幅度內將組立階段製程之總產出量完全利用，並生產成最終產品即可。但是組立階段製程經由瓶頸工作站之產能配置後，各規劃週期各產品之產出量並非均等，即使在規劃幅度內組裝階段製程之供給產能足以滿足產出目標之需求產能，亦可能發生組裝階段製程之瓶頸工作站在各期所能提供之產能，無法在各規劃週期將組立階段製程之規劃之各期各產品產出量完全生產成為最終產品，而延後到後期生產，產生液晶面板之庫存量，因此吾人將目標函數設計為最小總庫存量，目的主要在於簡化庫存管理作業的前提下，完成各產品之產出目標。

➤ 限制式說明

$$\sum_m^{M_{3,BN}} \sum_t^T Mx_{i,m,t}^{d-s} = CS_{i,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-63)$$

式 3-63 設定各產品供需平衡之限制。即表示組裝階段製程各產品總產出量等於各產品之物料供給量。

$$\sum_i^I (Mx_{i,m,t}^{d-s} \times PT_{3,BN,i,m} + ST_{3,BN,m} \times M\psi_{i,m,t}^{d-s}) \leq MCap_{m,t}, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-64)$$

式 3-64 表示組裝階段製程各期各機台可供規劃之產能。即產品之總加工時間加上總換線時間的總合，必須小於等於該期各機台可供規劃之產能限制。

$$\sum_m^{M_{3,BN}} Mx_{i,m,t}^{d-s} \leq CS_{i,t}^{d-s} + Ms_{i,t-1}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-65)$$

$$Ms_{i,t}^{d-s} = CS_{i,t}^{d-s} + Ms_{i,t-1}^{d-s} - \sum_m^{M_{3,BN}} Mx_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (式 3-66)$$

式 3-65 與 3-66 考量組裝階段製程各期各產品之物料供給量與前期末使用之物料的庫存狀況。第  $t$  期產品  $i$  未使用之物料庫存量  $Ms_{i,t}^{d-s}$  即為此期物料供給量加上前一期( $t-1$ )之物料庫存量，再扣除該期產品  $i$  所生產之數量。

$$Mx_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times M\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-67)$$

式 3-67 設定加工數量  $Mx_{i,m,t}^{d-s}$  與  $M\delta_{i,m,t}^{d-s}$  的關係式， $V$  為一個相對其它數極大的值。若  $M\delta_{i,m,t}^{d-s} = 0$  則表示產品  $i$  在第  $t$  期不指派給機台  $m$  生產，即加工數量強迫為 0；反之若  $M\delta_{i,m,t}^{d-s} = 1$ ，表示產品  $i$  在第  $t$  期不指派給機台  $m$  生產，即  $Mx_{i,m,t}^{d-s} \leq V$  恆成立。

$$Mx_{i,m,t}^{d-s} \geq M\delta_{i,m,t}^{d-s} \times A, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-68)$$

式 3-68 設定  $i$  種產品欲於機台  $m$  生產時，所必須生產之最低數量，以避免機台換線後所生產之產品數量太小，而達不到預定生產效率。

$$\sum_i^I M\gamma_{i,m,t}^{d-s} = 1, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (式 3-69)$$

$$M\gamma_{i,m,t}^{d-s} \leq M\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-70})$$

$$\sum_i^I M\phi_{i,m,t}^{d-s} = 1, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-71})$$

$$M\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq M\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-72})$$

式 3-69~式 3-70 決定各機台在每一個規劃週期期初與期末所加工的產品。其涵義與組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式之式 3-48~式 3-51 相同，且已有詳細說明，因此不再贅述。

$$2 - \sum_i^I M\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times (1 - z_{m,t}), \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-73})$$

$$M\gamma_{i,m,t}^{d-s} - M\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq V \times z_{m,t}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-74})$$

$$\sum_i^I M\delta_{i,m,t}^{d-s} - 1 \leq V \times z_{m,t}, \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-75})$$

$$M\gamma_{i,m,t}^{d-s} + M\phi_{i,m,t}^{d-s} \leq M\delta_{i,m,t}^{d-s} + V \times (1 - z_{m,t}), \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-76})$$



式 3-73~式 3-76 可代表兩種情況。式 3-73 與式 3-74 代表此機台採用專線生產；式 3-75 與式 3-76 代表此機台採用混線生產。其涵義與組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式之式 3-52~式 3-55 相同，且已有詳細說明，因此不再贅述。

$$M\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq M\psi_{i,m,t}^{d-s} + M\phi_{i,m,t-1}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-77})$$

$$M\delta_{i,m,t}^{d-s} \leq M\psi_{i,m,t}^{d-s} + M\gamma_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-78})$$

$$M\psi_{i,m,t}^{d-s} \leq M\delta_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-79})$$

$$2 - M\gamma_{i,m,t}^{d-s} - M\phi_{i,m,t-1}^{d-s} \geq M\psi_{i,m,t}^{d-s}, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-80})$$

式 3-77~式 3-80 是表示機台換線的限制。其涵義與組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式之式 3-56~式 3-59 相同，且已有詳細描述，因此在此不再贅述。

$$Mx_{i,m,t}^{d-s} \geq 0, \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-81})$$

$$M\delta_{i,m,t}^{d-s}, M\gamma_{i,m,t}^{d-s}, M\phi_{i,m,t}^{d-s}, z_{m,t} \in (0,1), \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-82})$$

式 3-81 與式 3-82 皆為對控制變數的值域所做的限制。

在求解完組裝階段製程瓶頸工作站之產能配置後，若模式無法求得合理解，即表示瓶頸工作站之總產能無法負荷各產品之預計產出量之要求，因此必須回饋至組裝階段製程之機台規劃，增加瓶頸工作站機台，並且重新規劃各工作站  $k$  之機台數，直至可以滿足各產品之預計產出量為止。若求解結果可以滿足各產品各規劃週期之預計產出量，則所得之各規劃週期瓶頸機台應生產之產品及數量即為各期瓶頸工作站各機台之投料表。

### 3.6.3、投料規劃機制

吾人透過 3.6.1 節與 3.6.2 節完成瓶頸工作站之產能配置後，可得知各階段製程各產品於各規劃週期之產出目標，此產出目標亦即為各規劃週期各產品之預計投入量。然而，根據黃氏[35]的研究中指出，若生產系統以均勻負荷法進行投料，則在系統達到穩態時，會由於投入時點固定而使產出率趨於固定。因此在陣列階段製程吾人將均勻負荷法作為投料機制。以 4 天為規劃週期將該其各產品之產出所需之物料完全投入生產系統中為原則，各產品之投料間隔時間  $Int_{j,i}$  之估算方法，是將規劃週期 4 天的生產時間除以規劃週期內陣列階段製程各產品之產出目標。估算方法如下所示。

$$Int_{1,t}^{d-s} = \frac{4 \times 24 \times 60 \times 60}{Ax_{i,t}^{d-s}}, \quad \forall t \in T \quad (\text{式 3-83})$$

而由於組立階段製程與組裝階段製程已決定瓶頸工作站各機台之產品加工順序與數量，在規劃週期 4 天中，除了必須將各產品之需求物料完全投入生產系

統中，亦須依據各產品於瓶頸工作站之加工順序進行投料。因此組立階段製程與組裝階段製程吾人將依據各產品於瓶頸工作站於各機台之加工順序為投料順序表，並結合均勻負荷法作為本研究之投料機制，透過物料暫存區每隔一段時間進行投料，可以在維持 TFT-LCD 生產系統之穩定性的前提下，得到較具合理性之相關生產績效。規劃步驟如下：

步驟一：設置  $b$  個與瓶頸工作站之機台數相同數量之暫存區。 $(b=1,2,\dots,B_j)$

步驟二：計算瓶頸工作站之各機台於規劃週期之總加工數量  $O_{j,m,t}$ 。

$$O_{j,m,t}^{d-s} = \sum_i^I Cx_{i,m,t}^{d-s} \quad j=2, m \in M_{2,BN}^{d-s}, t \in T \quad (\text{式 3-84})$$

$$O_{j,m,t}^{d-s} = \sum_i^I Mx_{i,m,t}^{d-s} \quad j=3, m \in M_{3,BN}^{d-s}, t \in T \quad (\text{式 3-85})$$

步驟三：規劃各週期各暫存區  $b$  之投料順序表。其為瓶頸工作站之各機台之產品加工順序。

步驟四：計算各週期各產品於各暫存區之投料間隔時間  $Int_{j,b,i,t}^{d-s}$ 。若在規劃週期  $t$  產品  $i$  於瓶頸工作站機台  $M_{j,BN}^{d-s}$  上加工，則暫存區  $b$  之產品  $i$  投料間隔時間，為規劃週期 4 天的生產時間除以規劃週期內瓶頸工作站機台  $M_{j,BN}^{d-s}$  之總加工數量。

$$Int_{j,b,i,t}^{d-s} = \frac{4 \times 24 \times 60 \times 60}{O_{j,m,t}^{d-s}} \quad j=2,3, i \in I, b \in B_j, t \in T \quad (\text{式 3-86})$$

步驟五：規劃各暫存區  $b$  各產品之投料順序與投料間隔時間。其投料順序與投料間隔時間分別為步驟三與步驟四之規劃結果。

### 3.7、最適生產組合評選模組

在針對各個生產組合情境方案  $d-s$  完成主生產排程規劃後，即可獲得各個生產組合情境方案之各階段製程之各工作站機台數，以及各產品產出目標量之資訊。為評選出最適生產組合情境方案，在本節吾人將針對各個生產組合方案分別利用 Em-Plant 7.0 建構一模擬系統，透過模擬之執行獲得無法於本研究中所得知之生產績效。另外亦透過本節求得三階段製程之機台總成本以及總產出之利潤，最後透過資料包絡分析法對各個生產組合情境方案進行整體生產效率之優劣進



行排序，獲得最適之生產組合情境方案。

### 3.7.1、模擬模式之建構與執行

本模組將針對每一個情境方案為例，依其所規劃之各階段製程各工作站之機台數作為 TFT-LCD 之廠房規模環境，接著，利用 3.6 節之主生產排程與規劃模組所得之各產品於各規劃週期各階段製程之投料時點，作為模擬系統之運作方式。主要目的在於部分生產績效指標值無法由吾人之研究中估算求得，以及本研究之規劃方法與實際生產現場之運作之差異狀況，利用 Em-Plant 7.0 模擬系統模擬本研究所設定之各個方案，取得生產績效資料，同時確保各方案之規劃合理性與可行性。

### 3.7.2、資料包絡分析法之評估

針對不同生產組合情境方案對生產系統之影響，須有適當之方法進行評估。本文將利用資料包絡分析法進行評估，特別是 Doyle 與 Green[6]所提出之交叉效率法。此方法首先求得各方案之各生產績效之最佳權數，接著求算各方案之效率指標值，並依此值高低進行排序，決定最適生產組合情境方案。亦下將就資料包絡分析法和交叉效率法作進一步之介紹。

資料包絡分析法為 Charnes 等人[5]在 1978 年提出，用來衡量具有多項投入與多項產出時之受評單位的相對生產效率。其中，最常用的模式之一，CCR 模式如下所示：假設有  $n$  個決策單位， $w$  個投入， $z$  個產出，則第  $p$  個 DMU 的績效指標之相對效率值，可由下式得知：

目標式：

$$\text{Max } E_p = \frac{\sum_{z=1}^Z u_z y_{zp}}{\sum_{w=1}^W v_w x_{wp}} \quad (\text{式 3-87})$$

限制式：

$$\frac{\sum_{z=1}^Z u_z y_{za}}{\sum_{w=1}^W v_w x_{wa}} \leq 1 \quad a = 1, 2, \dots, n \quad (\text{式 3-88})$$

$$v_w \geq \varepsilon \geq 0 \quad w = 1, \dots, W \quad (\text{式 3-89})$$

$$u_z \geq \varepsilon \geq 0 \quad z = 1, \dots, Z \quad (\text{式 3-90})$$

$x_{wa}$  : 第  $a$  個 DMU 的第  $w$  項投入值

$y_{za}$  : 第  $a$  個 DMU 的第  $z$  項產出值

$v_w$  : 第  $w$  個投入項之權數(Weights)或乘數(Multipliers)

$u_z$  : 第  $z$  個產出項之權數(Weights)或乘數(Multipliers)

$E_p$  : 第  $p$  個 DMU 之相對效率值

$\varepsilon$  : 極小正數(非阿基米德數; Non-Archimedean Quantity)

其目標式表示：任一受評單位  $p$  可選擇一組權數，使得產出加權總合與投入加權總合之比值最大化。在限制式方面，設定為各個 DMU 之效率都必須小於等於 1。因此，透過上述之模式，其最佳解( $u_w^p, u_z^p$ )代表第  $p$  個 DMU 最有利的權重值， $E_p^*$  表示第  $p$  個 DMU 之最佳效率值。然而，由於上述之模式為分數線性規劃型式，為了使運算容易且避免發生無窮解的問題，因此將其轉換為線性模式，如下所示：

目標式：

$$\text{Max} \quad \sum_{z=1}^Z u_z y_{zp} \quad (\text{式 3-91})$$

限制式：

$$\sum_{w=1}^W v_w x_{wp} = 1 \quad (\text{式 3-92})$$

$$\sum_{z=1}^Z u_z y_{za} - \sum_{w=1}^W v_w x_{wa} \leq 0 \quad a = 1, 2, \dots, n \quad (\text{式 3-93})$$

$$v_w \geq \varepsilon \geq 0 \quad w = 1, \dots, W \quad (\text{式 3-94})$$

$$u_z \geq \varepsilon \geq 0 \quad z = 1, \dots, Z \quad (\text{式 3-95})$$

接著，將所有 DMU 逐一利用此線性模式進行運算，將產生  $n$  個線性規劃模式( $n$  個 DMU)，並且求得各 DMU 之相對效率值以及該 DMU 之最有利之權重值。

然而，由於吾人所挑選之受評單位為多組方案，必須從中篩選最好的方案來執行，因此必須對所有受評單位加以排序。在考量所有受評單位必須建立在於同

一個基準點上進行評估，並可清楚對所有受評單位之進行名次排序，因此吾人將以 Doyle 與 Green[6]所提出之交叉效率法，排序所有受評單位。其排序方法如下：

首先，利用 CCR 模式衡量第  $p$  ( $p=1,2,\dots,n$ )個受評單位，以求得第  $p$  個受評單位之各績效指標所對應之最佳權數( $u_1^p, u_2^p, \dots, u_w^p$ )與( $v_1^p, v_2^p, \dots, v_z^p$ )。接著，將第  $p$  個受評單位所對應之最佳權數代入第  $q$  個受評單位所對應之投入項與產出項值，求得交叉效率值  $E_{pq}$  ( $q=1,2,\dots,n$ ； $q \neq p$ )。

$$E_{pq} = \frac{\sum_{z=1}^Z u_z^p \times Y_{zq}}{\sum_{w=1}^W v_w^p \times X_{wq}} \quad (\text{式 3-96})$$

然後，計算第  $p$  個受評單位之交叉效率值的平均  $e_p$ 。計算結果如表 3-2 所示。

$$e_p = \frac{\sum_{q=1, q \neq p}^n E_{pq}}{n-1} \quad (\text{式 3-97})$$

最後，將平均交叉效率值  $e_p$  由高至低排序，即為受評單位之名次。



表 3-2、交叉效率矩陣

受評單位	1	2	...	$q$	...	$p$	...	$n$	平均
1	—	$E_{12}$	...	$E_{1q}$	...	$E_{1p}$	...	$E_{1n}$	$e_1$
2	$E_{21}$	—	...	$E_{2q}$	...	$E_{2p}$	...	$E_{2n}$	$e_2$
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮		⋮	⋮
$q$	$E_{q1}$	$E_{q2}$	...	—	...	$E_{qp}$	...	$E_{qn}$	$e_q$
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮		⋮	⋮
$p$	$E_{p2}$	$E_{p2}$	...	$E_{pq}$	...	—	...	$E_{pn}$	$e_p$
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮		⋮	⋮
$n$	$E_{n1}$	$E_{n2}$	...	$E_{nq}$	...	$E_{np}$	...	—	$e_n$

## 第四章 模擬驗證

為了驗證本文所提出之生產組合決策評估系統之可行性，吾人將建構一模擬實際實際 TFT-LCD 廠之生產環境，依據本文之研究架構與流程進行實例驗證。

在本章之驗證過程中，主要分為下列四個部分：

1. 系統環境說明：描述生產系統之基本環境與各規劃假設。
2. 生產組合情境方案之設計：依據本文所提出之方案設定，說明各種生產組合情境方案之訂定。
3. 執行過程：輸入實際資料，依序說明本文第三章之機台規劃模組與主生產排程規劃模組之執行與演算過程。
4. 結果分析：取得模擬系統之生產績效資料，透過 DEA 進行分析，決定最適之生產組合情境方案。

### 4.1、系統環境說明

#### 4.1.1、生產環境資料



本文實例驗證所使用之生產環境、產品製程、機台特性等相關資料，係來自於國內某 TFT-LCD 製造廠之實際資料。其生產環境資料如下：

#### 1. 產品基本資料

本生產系統為考量六代廠，陣列階段製程可生產 P1~P10 十種產品別，各產品別分為一般工件與量測工件兩種屬性別，各產品製程相同，但是一般工件與量測工件之製程不同；組立階段製程與組裝階段製程可生產 P1~P10 十種產品別，各產品製程步驟相同。各階段製程各產品製程步驟所在工作站與加工時間均為已知。詳細資料請參見附表 A-1~附表 A-5。

六代廠所使用之玻璃基板之單位成本，以及生產產品 P1~P10 分別可切割之片數以及玻璃基板利用率如下表 4-1。

表 4-1、玻璃基板之單位成本以及可供不同產品之切割片數與利用率

世代廠	G6									
產品別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
產品尺寸	15.4	17.0	19.0	20.1	23.0	27.0	30.0	32.0	37.0	40.0
切割片數	30	24	16	16	12	8	8	8	6	3
利用率(%)	83	87	72	81	71	65	79	90	89	52
單位成本	10 (千元)。									

## 2. 工作站基本資料

本文之生產系統之各階段製程之工作站資料分別為：

一、陣列階段製程：共 19 個工作站(A\_W01 至 A\_W19)，皆為序列工作站。所有工作站之平均當機時間(MTBF)與平均修復時間(MTTR)是以指數分配予以訂定。詳細資料請參見附表 B-1。

二、組立階段製程：共 12 工作站(C\_W01 至 C\_W12)，其中包含前段序列工作站(C\_W01~C\_W04)、中段批量工作站(C\_W05~C\_W08)與後段序列工作站(C\_W09~C\_W12)。所有工作站之平均當機時間(MTBF)與平均修復時間(MTTR)是以指數分配予以訂定；而平均預防保養間隔時間(MTBPM)與平均預防保養時間(MTTPM)則為常數。詳細資料請參見附表 B-2。

三、組裝階段製程：共 9 個工作站(M\_W01 至 M\_W09)，皆為序列工作站。所有工作站之平均當機時間(MTBF)與平均修復時間(MTTR)是以指數分配予以訂定；而平均預防保養間隔時間(MTBPM)與平均預防保養時間(MTTPM)則為常數。詳細資料請參見附表 B-3。

### 4.1.2、機台規劃假設

1. 規劃幅度為 1 個月(28 天)。
2. 各階段製程各工作站之機台單位成本(台/百萬)如附表 C-1~附表 C-3。
3. 各產品於規劃幅度內之市場最高與最低之預測需求量，以及市場價格，如表 4-2 所示。
4. 陣列階段製程之一般工件與量測工件之產出量比例為 9:1。

表 4-2、各產品之市場最高與最低預測需求量以及市場價格

產品別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
最低預測 需求量(千片)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
最高預測 需求量(千片)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
市場售價(千元)	8.6	10	11	15	16	29	30	37	40	60

### 4.1.3 主生產排程規劃假設

1. 規劃幅度為 1 個月(28 天)；規劃週期為 4 天。
2. 投料法則：本文依據瓶頸工作站各機台每期之產品加工數量與順序表來進行投料規劃。並且為維持系統穩態使產出率趨於固定，將以「均勻負荷法」來進行投料時點的控制。
3. 派工法則：採用先進先出(FIFO)法。
4. 產品良率：本文對於陣列階段製程之量測工件於量測機台 W18 之不良率定為 0.05，W19 之不良率定為 0.07；對於組立階段製程與組裝階段之產品因製程或生產週期時間所造成的產品不良狀況，本文不加以考慮，亦即假設各加工步驟之良率皆為 1。

### 4.2、瓶頸資源定義機制

依據各階段製程之機台生產特性，將瓶頸資源辨識機制分為兩類：1.陣列階段製程；2.組立階段製程與組裝階段製程。

#### ➤ 陣列階段製程

由於陣列階段製程之各工作站皆為序列機台，且本文不考量陣列階段製程之換線時間，因此陣列階段製程以機台價格最昂貴之工作站定義為瓶頸工作站。透過附表 C-1 可知，A\_W16(黃光工作站)即為陣列階段製程之瓶頸工作站。

#### ➤ 組立階段製程與組裝階段製程

考量工作站換線時間相較於加工時間越長，越容易因為換線所造成的產能浪費而成為系統之瓶頸所在處，因此以換線時間若用於加工，最大可生產之產品數量最大者定義為瓶頸工作站。

為辨識瓶頸所在，吾人先計算組立階段製程與組裝階段製程之各工作站  $k$  之換線時間用於加工時，最大可生產之產品數量。以 W02 工作站為例，引用公式



3-1 可知，其換線時間用於加工最大可生產之產品數量為 7 卡匣。此結果分別彙整於表 4-1 與表 4-2。

$$WN_{j,k} = \left\lfloor \frac{\overline{ST}_{j,k}}{PT_{j,k}} \times C_{j,k}^{\max} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{180}{24.5} \times 1 \right\rfloor = 7 \text{ 卡匣} \quad (\text{式 4-1})$$

由表 4-3 可得組立階段製程之瓶頸工作站為 C\_W02(PI\_Print)；由表 4-4 可得組裝階段製程之瓶頸工作站為 M\_W05(PWB)。

表 4-3、組立階段製程各工作站之換線時間用於加工最大可生產數量

工作站編號	C_W01	C_W02	C_W03	C_W04
最大可生產數量	0	7	0	0
工作站編號	C_W05	C_W06	C_W07	C_W08
最大可生產數量	0	0	0	0
工作站編號	C_W09	C_W10	C_W11	C_W12
最大可生產數量	0	0	0	0

(單位:卡匣)

表 4-4、組裝階段製程各工作站之換線時間用於加工最大可生產數量

工作站編號	M_W01	M_W02	M_W03
最大可生產數量	0	0	0
工作站編號	M_W04	M_W05	M_W06
最大可生產數量	0	6	0
工作站編號	M_W07	M_W08	M_W09
最大可生產數量	0	0	0

(單位: 卡匣)

### 4.3、情境方案設定

本章節將提出各種不同生產組合情境方案，作為評估之方案。其中陣列階段製程之瓶頸工作站機台數設定，吾人將分別以 7、8、9、10、11、12 台做為本研究陣列階段製程之瓶頸工作站規模，亦即陣列階段製程之廠房規模。而產品種類數則透過 3.4.3 節之設定方法進行設定，並且設計各種生產組合情境方案  $d-s$ 。

#### 4.3.1 產出目標設定機制

以陣列階段製程之瓶頸工作站機台數為 9 台為例，計算在充分利用瓶頸資源

的前提下，玻璃基板最大產出量。其規劃步驟如下：

步驟一：引用公式 3-2 求算規劃幅度內，瓶頸工作站扣除當機比例後之最大可用產能。此步驟之計算結果彙整於表 4-5。

$$SCap_{1,BN}^d = M_{1,BN}^d \times H \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{MTBR_{1,BN}}{MTBF_{1,BN} + MTBR_{1,BN}}\right) \times U_{j,BN}^{\max} \quad (\text{式 4-2})$$

$$= 9 \times 28 \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{1}{12.5+1}\right) \times 0.95 = 319200$$

表 4-5、陣列階段製程瓶頸機台數與其最大可用產能

$d$	1	2	3	4	5	6
陣列階段製程 瓶頸機台數	7	8	9	10	11	12
最大可用產能	248266.66	283733.34	319200	354666.66	390133.34	425600

步驟二：引用式 3-3 求算一般工件與量測工件經過瓶頸工作站(W16)之期望加工次數。若為一般工件則  $EN_{BN}^{nr} = 1$ ；若為量測工件，則由於只有重加工製程集合  $RW_{2,l}$  所屬之加工步驟會經過 W16 工作站，因此期望加工次數經由下式計算可得 1.07 次。

$$EN_{BN}^{nr} = 1 + \mu_2 = 1 + 0.07 = 1.07 \quad (\text{式 4-3})$$

步驟三：引用公式 3-4 求算規劃幅度內，瓶頸工作站之最大產出量。此步驟之計算結果彙整於表 4-6。

$$\sum_r \sum_{l=1}^5 TP_j^d \times R^r \times \overline{PT}_{j,BN}^l \times EN_{BN}^r \leq SCap_{j,BN}$$

$$\Rightarrow TP_j^d = \left\lfloor \frac{SCap_{j,BN}^d}{\sum_r \sum_{l=1}^5 R^r \times \overline{PT}_{j,BN}^l \times EN_{BN}^r} \right\rfloor \quad (\text{式 4-4})$$

$$= \left\lfloor \frac{319200}{0.9 \times 25 \times 1 + 0.1 \times 25 \times 1.07 + \dots + 0.9 \times 37.33 \times 1 + 0.1 \times 37.33 \times 1.07} \right\rfloor = 1818(\text{lot})$$

表 4-6、陣列階段製程瓶頸機台數與其最大可用產能

<i>d</i>	1	2	3	4	5	6
陣列階段製程瓶頸 機台數	7	8	9	10	11	12
最大可產出量(lot)	1414	1616	1818	2020	2222	2424

#### 4.3.2、產品種類挑選機制

步驟一：引用公式 3-5 求算一片玻璃基板生產*i*種尺寸產品面板後，玻璃基板為利用部份之損失成本。以 P1 產品為例，其損失成本為 1700 元。此步驟之計算結果彙整於表 4-7。

$$WC_i = GC \times (1 - GU_i) = 10000 \times (1 - 0.83) = 1700 \text{ (元)} \quad \text{(式 4-5)}$$

表 4-7、玻璃基板生產各產品別之損失成本(單位:千元)

產品別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
損失成本	1.7	1.3	2.8	1.9	2.9	3.5	2.1	10	1.1	4.8

步驟二：引用公式 3-6 求算一片玻璃基板生產*i*種尺寸產品面板後，可獲得之總利潤。以 P1 產品為例，其總利潤為 258000 元。此步驟之計算結果彙整於表 4-8。

$$TotalP_i = Cut_i \times P_i = 30 \times 8600 = 258000 \text{ (元)} \quad \text{(式 4-6)}$$

表 4-8、玻璃基板生產各產品別之總利潤(單位:千元)

產品別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
總利潤	258	240	176	240	192	232	240	296	240	180

步驟三：引用公式 3-7 求算一片玻璃基板生產*i*種尺寸產品面板之生產效益。以 P1 產品為例，其總利潤為 256300 元。此步驟之計算結果彙整於表 4-9。

$$NP_i = TotalP_i - WC_i = 258000 - 1700 = 256300 \text{ (元)} \quad \text{(式 4-7)}$$

表 4-9、玻璃基板生產各產品別之生產效益(單位:千元)

產品別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
生產效益	256.3	238.7	173.2	238.1	189.1	228.5	237.9	295	238.9	177.6

步驟四：將玻璃基板生產各產品*i*之生產效益由大致小排列，如表 4-10 所示。產品種類由生產效益大者優先挑選，直至所設定之產品種類數為止。依據所設定之產品種類數的條件下，所挑選之產品種類，彙整如表 4-11。

表 4-10、玻璃基板生產各產品之生產效益排序表

順序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
產品別	P8	P1	P9	P2	P4	P7	P6	P5	P10	P3

表 4-11、各種產品種類數下所挑選之產品種類

產品種類數	產品種類									
1	P8									
2	P8	P1								
3	P8	P1	P9							
4	P8	P1	P9	P2						
5	P8	P1	P9	P2	P4					
6	P8	P1	P9	P2	P4	P7				
7	P8	P1	P9	P2	P4	P7	P6			
8	P8	P1	P9	P2	P4	P7	P6	P5		
9	P8	P1	P9	P2	P4	P7	P6	P5	P10	
10	P8	P1	P9	P2	P4	P7	P6	P5	P10	P3

#### 4.3.3、產品種類數之設定與生產組合情境方案設定

本節吾人首先針對 4.3.1 節所提出之第 *d* 種規模之陣列階段製程之產出目標，以及 4.3.2 節之產品種類挑選機制之結果，設定在第 *d* 種陣列階段製程之產出目標下之最低生產之產品種類數。其設定步驟如下：

步驟一：引用公式 3-8 算各產品生產市場最高預測需求量時，所需之最大玻璃基板數。以產品 *J* 為例，經由下式計算，可得其生產市場最高預測需求量時，所需之最大玻璃基板數為 417 個 lot。各產品所需之最大玻璃基板數彙整如表 4-12。

$$AD_i^{\max} = \frac{D_i^{\max}}{Cut_i \times 15} = \left\lceil \frac{50000}{8 \times 15} \right\rceil = 417 \text{ (lot)} \quad (\text{式 4-8})$$

表 4-12、各產品生產最高市場預測需求時所需之玻璃基板數

產品別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
最大所需玻璃基板數	112	139	209	209	278	417	417	417	556	1112

步驟二：計算在陣列階段製程之產出目標量  $TP_1^d$  下，所需生產之產品種類數下限。其為依產品種類挑選優先順位，由順位為 1 之產品之最大玻璃基板需求數，逐一加上下一個所挑選之產品所需之最大玻璃基板數，直至所累加之總玻璃基板數大於等於產出目標量  $TP_1^d$  為止，則最終所挑選之產品別對應之產品挑選順位即為產品種類數下限  $S_d^{\min}$ 。以第  $d=4$  種陣列階段製程之產出目標為例，經由式 3-9 之計算結果如表 4-13 所示。從表 4-13 可得知，在挑選順位為 6 時，其累計加總之玻璃基板大於  $TP_1^4 = 1818$ ，因此在第  $d=4$  種陣列階段製程之產出目標下，其最低生產之產品種類數為  $S_d^{\min} = 6$  種。

表 4-13、於各挑選順位之最大所需玻璃基板累計數(單位：lot)

挑選順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
產品別	P8	P1	P9	P2	P4	P7	P6	P5	P10	P3
最大所需玻璃基板數	417	112	556	139	209	417	417	278	1112	209
累計加總	417	529	1085	1224	1433	1850	2267	2545	3657	3886

而產品種類數之設定上限  $S_d^{\max}$  則依據該世代廠在製程能力限制下，所能生產最多的產品種類樣式即為所設定之產品種類數上限，因此最多可生產之產品種類數為 12 種。

最後，吾人針對第 3 種陣列階段製程之瓶頸工作站機台數(9 台)，在該第 4 種條件之產出目標  $TP_1^4 = 1818$  的前提下設定欲生產之產品種類數  $s=6$ ，並依據產品種類挑選順位決定欲生產之產品種類，即可獲得一組生產組合情境方案(3-6)。重複此設定方法，即可得到各種不同之生產組合情境方案，所有生產組合情境方案彙整如表 4-14 所示。

表 4-14、生產組合情境方案

方案編號	生產組合 情境方案別 ( $d-s$ )	方案編號	生產組合 情境方案別 ( $d-s$ )	方案編號	生產組合 情境方案別 ( $d-s$ )
1	1-5	10	2-9	19	4-9
2	1-6	11	2-10	20	4-10
3	1-7	12	3-6	21	5-7
4	1-8	13	3-7	22	5-8
5	1-9	14	3-8	23	5-9
6	1-10	15	3-9	24	5-10
7	2-6	16	3-10	25	6-8
8	2-7	17	4-7	26	6-9
9	2-8	18	4-8	27	6-10

#### 4.4、機台規劃模組

針對各生產組合情境方案所規劃之陣列階段製程之瓶頸工作站機台數、產出目標以及產品種類數作為投入資料，規劃組立階段製程與組裝階段製程各工作站之機台數，以及各階段製程各產品之預計產出量。為方便說明機台規劃之執行過程，下列估算過程係以方案  $d-s=1-5$ (陣列階段製程之瓶頸機台數為 7 台，產出目標為 1414 個 lot，產品種類數為 5 種) 為例，進行推算。

##### 4.4.1、組立階段製程之瓶頸工作站機台數估算機制

步驟一：引用式 3-10 設定組立階段製程瓶頸工作站之機台數，並計算實際可用機台數。此步驟以 1 台為起始解，其扣除機台當機比例與預防保養後之實際機台數為 0.9543 台。

$$N_{2,BN}^{d-s} = M_{2,BN}^{d-s} \times \left( 1 - \frac{MTTR_{2,BN}}{MTBF_{2,BN} + MTTR_{2,BN}} - \frac{MTTPM_{2,BN}}{MTBPM_{2,BN} + MTTPM_{2,BN}} \right) \quad (式 4-9)$$
$$= 1 \times \left( 1 - \frac{4}{200+4} - \frac{2}{46+2} \right) = 0.9543$$

步驟二：以 iLOG OPL Studio3.5 進行各階段製程各產品產出量之估算模式之求解，下列為進行模式求解前所需設定之參數：

1. 陣列階段製程之瓶頸工作站之利用率上限為  $U_{1,BN}^{\max} = 1$ ；考量組立階段製程之瓶

頸工作站具有機台換線時間相較於加工時間相當長的特性，為避免發生產能不足之現象，本文擬以 5% 的產能作為換線產能。同時由於製造現場有不可預期之變動或是統計波動，而產出將會受到此店音的影響，因此必須預留保護性產能以吸收變異，本文擬以 5% 作為保護性產能。因此組立階段製程之瓶頸工作站之利用率上限為  $U_{2,BN}^{\max} = 0.90$ 。

2. 各產品之市場最高預測需求量  $D_i^{\max} = 50000$ ；市場最低預測需求量

$$D_i^{\min} = 15000。$$

3. 陣列階段製程之一般工件與量測工件之比例為 9：1，即  $\pi^{nr} = 0.9$ ； $\pi^{wr} = 0.1$ 。



然而當組立階段製程之瓶頸工作站之機台數為一台時，利用步驟二進行求解後，並無可行解，因此回至步驟一並增加組立階段製程之瓶頸工作站一台機台後，再經由步驟二進行求解，如此反覆運算，直至有最佳解才停止。其運算過程之結果如表 4-15 與 4-16。

表 4-15、組立階段製程瓶頸工作站之及台數求算結果

組立階段製程 瓶頸工作站機台數	組立階段製程 瓶頸工作站實際可用機台數	有無最佳解
1	0.9543	無
2	1.9086	無
3	2.8629	無
4	3.8172	無
5	4.7715	無
6	5.7258	有

由表 4-15 可知，透過步驟一與步驟二之執行結果，生產組合情境方案  $d-s=7-5$  之組立階段製程之瓶頸工作站機台數必須為 6 台，使陣列階段製程需要生產 1401(lot) 的玻璃基板，瓶頸工作站利用率可達到 94.01%，且有效利用組立階段製程之瓶頸工作站之產能(利用率為 89.94%)，其最佳解為 5446710(千元)。而透過此一規劃結果，可得陣列階段製程各產品之玻璃基板產出量，如表 4-16。

表 4-16、陣列階段製程各產品之玻璃基板產出量

目標值	5446710(千元)					
產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	Total
產出目標(lot)	84	138	208	416	555	555

在求得各產品於陣列階段製程所需之玻璃基板數後，將以陣列階段製程各產品所需之玻璃基板產出量為輸入資訊，分別估算組立階段製程與組裝階段製程之各產品產出目標。估算步驟如下：

步驟一：引用 3-21 求算組立階段製程之各產品之所需卡匣數。以產品種類 P1 為例，經由下式計算，其於組立階段製程所需之卡匣數為 1350 個。各產品於組立階段製程所需之卡匣數彙整如表 4-17。

$$TP_{2,i}^{d-s} = \left\lceil \frac{TP_{1,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15}{28} \right\rceil = \left\lceil \frac{84 \times 30 \times 15}{28} \right\rceil = 1350 \text{ (卡匣)} \quad (\text{式 4-10})$$

表 4-17、組立階段製程之各產品產出目標(單位：卡匣)

產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	Total
產出目標	1350	1775	1783	1783	1784	8475

步驟二：引用式 3-22 求算組立階段製程之各產品之所需卡匣數。以產品種類 P1 為例，經由下式計算，其於組裝階段製程所需之卡匣數為 2700 個。各產品於組裝階段製程所需之卡匣數彙整如表 4-18。

$$TP_{j,i}^{d-s} = \left\lceil \frac{TP_{j-2,i}^{d-s} \times Cut_i \times 15}{14} \right\rceil = \left\lceil \frac{84 \times 30 \times 15}{14} \right\rceil = 2700 \text{ (卡匣)} \quad (\text{式 4-11})$$

表 4-18、組裝階段製程之各產品產出目標(單位：卡匣)

產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	Total
產出目標	2700	3549	3566	3566	3568	16949

#### 4.4.3、陣列階段製程之機台規劃機制

由於陣列階段製程之瓶頸工作站之機台數在設定方案時已經決定，因此陣列階段製程之機台規劃機制主要目的在於計算非瓶頸工作之機台數。而非瓶頸機台之利用率採用劉氏[44]之設計理念，非瓶頸工作站利用率不得超過瓶頸工作站利用率之 80%，因此非瓶頸工作站最大利用率為  $U_{1,k}^{\max} = 0.8 (k \notin BN)$ 。規劃步驟如下：

步驟一：分別利用式 3-23 與式 3-24 求算規劃幅度內，陣列階段製程之一般工件與量測工件之產出量。以方案  $d-s=7-5$  為例，經由下式計算，可得一般工件之產量為 1093 個 lot；量測工件之產量為 119 個 lot。

$$TP_j^{d-s,nr} = \sum_i \left\lceil TP_{j,i}^{d-s} \times \pi_i^{nr} \right\rceil = \lceil 84 \times 0.9 \rceil + \dots + \lceil 555 \times 0.9 \rceil = 1264 \text{ (lot)} \quad (\text{式 4-12})$$

$$TP_j^{d-s,wr} = \sum_i \left\lceil TP_{j,i}^{d-s} \times \pi_i^{wr} \right\rceil = \lceil 84 \times 0.1 \rceil + \dots + \lceil 555 \times 0.1 \rceil = 137 \text{ (lot)} \quad (\text{式 4-13})$$

步驟二：計算各屬別工件在工作站  $k$  的期望加工次數  $EN_k^r$ 。若為一般工件，則  $EN_k^{nr} = 1$ ；若為量測工件，則在工作站  $k$  之期望加工次數如下：

(1) 若重加工製程集合  $RW_{1,l}$  與  $RW_{2,l}$  之兩個製程集合之所屬加工步驟皆不會經過

工作站  $k$ (見附表 A-3)，則

$$EN_k^{wr} = 1 \quad (\text{式 4-14})$$

(2) 若重加工製程集合  $RW_{1,i}$  與  $RW_{2,i}$  中僅有一個製程集合之所屬加工步驟會經過工作站  $k$ (見附表 A-3)，則只有重加工製程集合  $RW_{2,i}$  中之所屬加工步驟會經過工作站  $k$ ，因此重加工次數等於 1 加上量測工件經由 W19 工作站檢驗後之不良率，即等於 1.07。工作站 W4 屬於此類。

$$EN_k^{wr} = 1 + \mu_2 = 1 + 0.07 = 1.07 \quad (\text{式 4-15})$$

(3) 若重加工製程集合  $RW_{1,i}$  與  $RW_{2,i}$  中所屬加工步驟皆會經過工作站  $k$ (見附表 A-3)，則在工作站  $k$  的期望加工次數則等於「良品與不良品發生的機率」乘以「良品與不良品的期望工次數」之總和。亦即等於「量測工件不需要重加工的機率」乘以 1，加上「量測工件需要重加工的機率」乘以「1+期望重加工次數」。W3、W06、W08、W09、W10、W13、W15 與 W17 屬於此類。

$$EN_k^{wr} = (1 - \mu_1) \times (1 - \mu_2) \times 1 + [\mu_1 \times 1 + (1 - \mu_1) \times \mu_2] \times (1 + EN_k^{wr})$$

$$\Rightarrow EN_k^{wr} = \frac{1}{1 - \mu_1 - \mu_2 + \mu_1 \times \mu_2} = \frac{1}{1 - 0.05 - 0.07 + 0.05 \times 0.07} = 1.1319 \quad (\text{式 4-16})$$

透過步驟三之(1)、(2)與(3)，吾人將一般工件與量測工件經過各工作站之期望工次數彙整如表 4-19 所示。

表 4-19、各屬性工件於陣列階段製程非瓶頸工作站之期望加工次數

工作站	A_W01	A_W02	A_W03	A_W04	A_W05	A_W06	A_W07	A_W08	A_W09
一般工件	1	1	1	1	1	1	1	1	1
量測工件	1	1	1.1319	1.07	1	1.319	1	1.1319	1.1319
工作站	A_W10	A_W11	A_W12	A_W13	A_W14	A_W15	A_W17	A_W18	A_W19
一般工件	1	1	1	1	1	1	1	1	1
量測工件	1.1319	1	1	1.1319	1	1.1319	1.1319	1.07	1

步驟三：引用式 3-28 求算各屬性別工件從投料至產出，在非瓶頸工作站  $k$  所耗用之產能。以工作站 A\_W06 為例，由下式可知，一般工件在 A\_W06 所耗用之產能為 86347 分鐘；量測工件在 A\_W06 所耗用之產能為 10869.44 分鐘。此步驟之規劃結果彙整如表 4-20。

$$DCap_{j,k}^{d-s,nr} = \sum_{l=1}^5 TP_j^{d-s,r} \times \overline{PT}_{j,k}^l \times EN_k^r$$

$$= 1267 \times 23 \times 1 + \dots + 1267 \times 24.33 \times 1 = 99856$$
(式 4-17)

$$DCap_{j,k}^{d-s,wr} = \sum_{l=1}^5 TP_j^{d-s,r} \times \overline{PT}_{j,k}^l \times EN_k^r$$

$$= 137 \times 23 \times 1 + \dots + 137 \times 24.33 \times 1 = 12250.5537$$
(式 4-18)

表 4-20、各屬性別工件於非瓶頸工作站所耗用之產能(單位:分鐘)

工作站	A_W01	A_W02	A_W03	A_W04	A_W05	A_W06	A_W07
一般工件	137358.9	79214.88	32864	139040	139040	99856	32864
量測工件	14887.79	8585.79	4031.83	16124.9	15070	12250.56	3562
工作站	A_W08	A_W09	A_W10	A_W11	A_W12	A_W13	A_W14
一般工件	95217.12	67421.76	40030.88	48449.12	49713.12	31182.88	25280
量測工件	11681.45	8271.45	4911.076	5251.21	5388.21	3825.59	2740
工作站	A_W15	A_W17	A_W18	A_W19			
一般工件	48449.12	126400	0	0			
量測工件	5943.85	15259.06	9155.44	13193.1			

步驟五：引用式 3-29 求算規劃幅度內，產出目標在非瓶頸工作站  $k$  所需耗用之總產能。以 A\_W06 為例，由下式可知，所需耗用之總產能為 112106.5537 分鐘。此步驟之規劃結果彙整如表 4-21。

$$DCap_{1,k}^{d-s} = \sum_r DCap_{1,k}^{d-s,r} = 99856 + 12250.5537 = 112106.5537 \text{ (分)}$$
(式 4-19)

表 4-21、規劃幅度內產出目標在非瓶頸工作站所耗用之總產能(分鐘)

工作站	A_W01	A_W02	A_W03	A_W04	A_W05	A_W06
耗用總產能	152247	87800.7	36895.8	155165	154110	112106.55
工作站	A_W07	A_W08	A_W09	A_W10	A_W11	A_W12
耗用總產能	36426	106899	75693.2	44942	53700.3	55101.33
工作站	A_W13	A_W14	A_W15	A_W17	A_W18	A_W19
耗用總產能	35008.46	28020	47168.43	123058.8	7639.8	10710

步驟六：引用式 3-30 求算規劃幅度內，工作站  $k$  單一機台最大可提供之產能，其為扣除機台當機後，在利用率上限為  $U_{1,k}^{\max} = 0.95 \times 0.8 = 0.76$  之前提下之最大可用產能。以 A\_W06 為例，由下式可知，其單一機台最大可提供之產能為 28721.8713 分鐘。此步驟之規劃結果彙整如表 4-22。

$$\begin{aligned}
 SCap_{1,k} &= H \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{MTTR_{1,k}}{MTBR_{1,k} + MTTR_{1,k}}\right) \times U_{1,k}^{\max} \\
 &= 28 \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{1.67}{25 + 1.67}\right) \times 0.76 = 28721.8713
 \end{aligned}
 \tag{式 4-20}$$

表 4-22、規劃幅度內陣列階段製程各非瓶頸工作單一機台可提供之產能(分鐘)

工作站	A_W01	A_W02	A_W03	A_W04	A_W05	A_W06
耗用總產能	29092.654	29236.6771	30643.2	28721.8713	29092.654	28721.8713
工作站	A_W07	A_W08	A_W09	A_W10	A_W11	A_W12
耗用總產能	30643.2	28721.8713	28372.5388	29083.4611	30643.2	29083.4611
工作站	A_W13	A_W14	A_W15	A_W17	A_W18	A_W19
耗用總產能	30643.2	30643.2	29138.6188	28721.8713	30643.2	30643.2

步驟七：引用式 3-31 求算規劃幅度內，各非瓶頸工作站之最適機台數。以 A\_W06 為例，由下式可知，其最適機台數為 4 台。各非瓶頸工作站之最適機台數彙整如表 4-23。

$$M_{1,k}^{d-s} = \left\lceil \frac{DCap_{1,k}^{d-s}}{SCap_{1,k}} \right\rceil = \left\lceil \frac{112106.5537}{28721.8713} \right\rceil = 4 \text{ (台)}
 \tag{式 4-21}$$

表 4-23、陣列階段製程之各非瓶頸工作站機台數

工作站	A_W01	A_W02	A_W03	A_W04	A_W05	A_W06
機台數	6	4	2	6	6	4
工作站	A_W07	A_W08	A_W09	A_W10	A_W11	A_W12
機台數	2	4	3	2	2	2
工作站	A_W13	A_W14	A_W15	A_W17	A_W18	A_W19
機台數	2	1	2	5	1	1

#### 4.4.4、組立階段製程之機台規劃機制

由於組立階段製程之瓶頸工作站機台數已於 4.4.2 節中求得，因此組立階段製程之機台規劃機制目的在於求算組立階段製程之各非瓶頸工作站之機台數。為避免瓶頸工作站發生飄移現象，增加生產現場規劃的難度，採用劉氏[44]之理念，非瓶頸工作站之利用不得超過瓶頸工作站利用知之 80%，因此非瓶頸工作站之利用率上限為  $U_{2,k}^{\max} = 0.9 \times 0.8 = 0.72$ 。其規劃步驟如下：

步驟一：引用式 3-32 求算規劃幅度，產出目標對於工作站  $k$  之總需求產能。對於生產組合情境方案  $d-s=1-5$  於組立階段製程之各產品產出目標(表 4-17)，以 C\_W01 工作站為例，由下式可知，工作站加工各產品所需耗用之總產能為 114412.5 秒。各非瓶頸工作站加工情境方案  $d-s=1-5$  之各產品產出目標所需耗用之總產能彙整如表 4-24。

$$DCap_{2,k}^{d-s} = \sum_{i=1}^I (\overline{PT}_{2,k,i} \times TP_{2,i}^{d-s}) = 13.5 \times 1350 + \dots + 13.5 \times 1784 = 114412.5 \text{ (秒)} \quad (\text{式 4-22})$$

表 4-24、組立階段製程之各非瓶頸工作站所需耗用之總產能

工作站	C_W01	C_W03	C_W04	C_W05	C_W06	C_W07
耗用總產能	114412.5	262725	110175	3546090	2495635	4351215
工作站	C_W08	C_W09	C_W10	C_W11	C_W12	
耗用總產能	1130715	33900	381375	67800	644077	

步驟二：引用式 3-33 求算規劃幅度內，各非瓶頸工作  $k$  之單一機台最大可用產能。其為扣除機台當機與預防保養後，在利用率上限為  $U_{1,k}^{\max} = 0.76$  之前提下之最大可用產能。以 C\_W01 為例，由下式可知，其單一機台最大可提供之產能為 28298.83 秒。此步驟之規劃結果彙整如表 4-25。

$$SCap_{2,k} = H \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{MTTR_{2,k}}{MTBF_{2,k} + MTTR_{2,k}} - \frac{MTTPM_{2,k}}{MTBPM_{j,k} + MTTPM_{2,k}}\right) \times U_{2,k}^{\lim} \times C_{2,k}^{\max} \quad (\text{式 4-23})$$

$$= 28 \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{4}{200+4} - \frac{4}{716+4}\right) \times 0.72 \times 1 = 28298.83$$

表 4-25、組立階段製程各非瓶頸工作之單一機台最大可用產能(秒)

工作站	C_W01	C_W03	C_W04	C_W05	C_W06	C_W07
耗用總產能	28298.8339	28107.2332	28057.8816	330284.6668	425745.3312	165281.6793
工作站	C_W08	C_W09	C_W10	C_W11	C_W12	
耗用總產能	57840.1689	28171.1001	28789.4476	28873.6358	28789.4476	

步驟三：引用式 3-34 求算規劃幅度內，各非瓶頸工作站  $k$  之最適機台數。以 C\_W01 為例，由下式可知最適機台數為 4 台。此步驟之各非瓶頸工作站之規劃結果彙整如表 4-26。

$$M_{j,k}^{d-s} = \left\lceil \frac{DScap_{j,k}^{d-s}}{SCap_{j,k}} \right\rceil = \left\lceil \frac{114412.5}{28298.8339} \right\rceil = 4 \text{ (台)} \quad (\text{式 4-24})$$



表 4-26、組立階段製程各非瓶頸工作之最適機台數

工作站	C_W01	C_W03	C_W04	C_W05	C_W06	C_W07
耗用總產能	5	10	4	11	6	27
工作站	C_W08	C_W09	C_W10	C_W11	C_W12	
耗用總產能	20	2	14	3	23	

#### 4.4.5、組裝階段製程之機台規劃機制

以 4.4.2 節所求得生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之組裝階段製程之各產品之產出目標作為此節之投入資訊，利用組裝階段製程之機台規劃機制計算各工作站之機台數。其規劃步驟如下：

步驟一：引用式 3-35 求算規劃幅度內，產出目標對工作站  $k$  之總需求產能。以瓶頸工作站 M\_W05 為例，由下式可知，產出目標對於該工作站之總需求產能為 9076189.5 秒。此步驟之規劃執行結果如表 4-27。

$$DCap_{3,k}^{d-s} = \sum_i^I (\overline{PT}_{3,k,i} \times TP_{3,i}^{d-s}) = 535.5 \times 2700 + 535.5 \times 3568 = 9076189.5 \text{ (秒)} \quad (\text{式 4-25})$$

表 4-27、組裝階段製程各工作站  $k$  之總需求產能

工作站	M_W01	M_W02	M_W03	M_W04	M_W05
總需求產能	8542296	8720260.5	8364331.5	7474509	9076189.5
工作站	M_W06	M_W07	M_W08	M_W09	
總需求產能	6406722	19220166	7118580	6762651	

步驟二：引用式 3-36 求算規劃幅度內，各工作站  $k$  單一機台最大可提供之產能。工作站若為瓶頸工作站，則  $U_{3,k}^{\max} = 0.95$ ；若為非瓶頸工作站，則  $U_{3,k}^{\max} = 0.95 \times 0.8 = 0.76$ 。以瓶頸工作站 M\_W05 為例，由下式可知，單一機台可提供之最大產能為 2025959.04 秒。此步驟之規劃執行結果如表 4-28 所示。

$$SCap_{3,k} = H \times 24 \times 60 \times 60 \times \left( 1 - \frac{MTTR_{3,k}}{MTBF_{3,k} + MTTR_{3,k}} + \frac{MTPM_{3,k}}{MTBPM_{3,k} + MTPM_{3,k}} \right) \times U_{3,k}^{\max} \quad (\text{式 4-26})$$

$$= 28 \times 24 \times 60 \times 60 \times \left( 1 - \frac{8.5}{180 + 8.5} + \frac{5}{200 + 5} \right) \times 0.95 = 2025959.04$$

表 4-28、組裝階段製程各工作站  $k$  之單一機台最大可提供之產能

工作站	M_W01	M_W02	M_W03	M_W04	M_W05
總需求產能	1687479.091	1637837.107	1707858.432	1706639.155	2025959.04
工作站	M_W06	M_W07	M_W08	M_W09	
總需求產能	1741824	1714303.181	1741824	1741824	

步驟三：引用式 3-37 求算規劃幅度內，各工作站  $k$  之最低需求機台數。以瓶頸工作站 M\_W05 為例，由下式可知，工作站 M\_W05 之最低需求機台數為 5 台。此步驟之規劃執行結果如表 4-29。

$$M_{3,k}^{d-s} = \left\lceil \frac{DCap_{3,k}^{d-s}}{SCap_{3,K}} \right\rceil = \left\lceil \frac{9076189.5}{2025959} \right\rceil = 5 (\text{台}) \quad (\text{式 4-27})$$

表 4-29、組裝階段製程各工作站  $k$  之粗估機台數

工作站	M_W01	M_W02	M_W03	M_W04	M_W05
機台數	6	6	5	5	5
工作站	M_W06	M_W07	M_W08	M_W09	
機台數	4	12	5	4	

步驟四：引用式 3-38 求算各工作站  $k$  之理論利用率，若非瓶頸工作站  $k$  之理論利用率大於瓶頸工作站之理論利用率，則增加非瓶頸工作站  $k$  一台機台。以瓶頸工作站 M\_W05 為例，由下式可知，工作站 M\_W05 之理論利用率為 0.8064。各工作站之理論利用率如表 4-30 所示。

$$U_{3,k}^{d-s} = \frac{DCap_{3,k}^{d-s}}{M_{3,k}^{d-s} \times SCap_{3,k}} \times U_{3,k}^{\max} = \frac{9076189.5}{4 \times 2025959} \times 0.9 = 0.8064 \quad (\text{式 4-28})$$

表 4-30、組裝階段製程各工作站  $k$  之理論利用率

工作站	M_W01	M_W02	M_W03	M_W04	M_W05
理論利用率	0.6075	0.6389	0.7052	0.6307	0.8064
工作站	M_W06	M_W07	M_W08	M_W09	
理論利用率	0.6621	0.6727	0.5885	0.6989	

由表 4-30 可知，各非瓶頸工作站之理論利用率並未超過瓶頸工作站之理論利用率，因此各非瓶頸工作站之機台數皆無須做修正，亦即由步驟三所求得之各工作站機台數即為最適機台數。

## 4.5、主生產排程規劃模組

### 4.5.1、組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式

經由 4.4.1 節與 4.4.2 節分別求得生產組合情境方案 2 之組立階段製程之瓶頸工作站機台數與各產品之產出量後，本節將以 iLOG OPL Studio3.5 進行瓶頸工作站產能配置模式之求解。模式求解前之參數設定如下所示：

1. 規劃週期  $t$ ：每 4 天為一期。
2. 各機台每期可用產能  $CCap_{m,t}$  (分鐘)：

$$CCap_{m,t} = H \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{MTTR_{2,BN}}{MTBF_{2,BN} + MTTR_{2,BN}} - \frac{MTPM_{2,BN}}{MTBPM_{2,BN} + MTPM_{2,BN}}\right) \times U_{2,BN}^{\max} / T$$
$$= 28 \times 24 \times 60 \times \left(1 - \frac{8}{2000 + 8} - \frac{2}{46 + 2}\right) \times 0.95 / 7 = 5221.9296$$

3. 各機台欲換線以加工另一種產品之最小連續加工數量  $A$ ：50 卡匣。
4. 不同產品在機台上之加工與換線時間：如附表 A-4 所示。

吾人所用之運算環境為中央處理器(CPU)為 Intel Pentium IV 3.0G MHZ，隨機存取記憶體(RAM)1G，作業系統為 Windows XP，在此個人電腦之環境下利用 iLOG OPL Studio3.5 進行運算求解。表 4-31 為生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之 iLOG OPL 所求得之各產品於陣列階段製程在各期所需生產之數量。表 4-32 為生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之 iLOG OPL 所求得之各產品於組立階段製程在各期所需生產之數量。表 4-33 為生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之 iLOG OPL 所求得之規劃解之彙整表。

表 4-31、生產組合情境方案  $d-s=1-5$  於陣列階段製程之各產品各期之總產量

期別	產品別				
	P1	P2	P4	P8	P9
1	0	74	0	13	103
2	0	0	102	101	0
3	0	34	26	143	0
4	23	0	6	57	117
5	21	0	31	52	99
6	40	0	26	0	134
7	0	30	17	50	102
Total	84	138	208	416	555

表 4-32、生產組合情境方案  $d-s=1-5$  於組立階段製程之各產品各期之總產量

期別	產品別				
	P1	P2	P4	P8	P9
1	0	947	0	53	331
2	0	0	868	432	0
3	0	434	217	613	0
4	365	0	54	244	372
5	327	0	267	224	316
6	658	0	224	0	434
7	0	394	153	217	331
Total	1350	1775	1783	1783	1784

表 4-33、生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之組立階段製程瓶頸工作站機台配置結果

瓶頸機台	第一期					瓶頸機台	第二期				
	P1	P2	P4	P8	P9		P1	P2	P4	P8	P9
1	0	0	0	0	225	1	0	0	0	217	0
2	0	225	0	0	0	2	0	0	0	215	0
3	0	224	0	0	0	3	0	0	217	0	0
4	0	224	0	0	0	4	0	0	217	0	0
5	0	224	0	0	0	5	0	0	217	0	0
6	0	50	0	53	106	6	0	0	217	0	0
瓶頸機台	第三期					瓶頸機台	第四期				
	P1	P2	P4	P8	P9		P1	P2	P4	P8	P9
1	0	0	217	0	0	1	0	0	0	194	0
2	0	0	0	224	0	2	0	0	54	0	155

表 4-33、生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之組立階段製程瓶頸工作站機台配置結果(續)

	第三期						第四期				
瓶頸機台	P1	P2	P4	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P8	P9
3	0	0	0	172	0	3	0	0	0	0	217
4	0	0	0	217	0	4	148	0	0	0	0
5	0	217	0	0	0	5	0	0	0	50	0
6	0	217	0	0	0	6	217	0	0	0	0
	第五期						第六期				
瓶頸機台	P1	P2	P4	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P8	P9
1	0	0	0	224	0	1	217	0	0	0	0
2	0	0	0	0	92	2	0	0	0	0	210
3	0	0	0	0	224	3	0	0	0	0	224
4	110	0	50	0	0	4	217	0	0	0	0
5	217	0	0	0	0	5	224	0	0	0	0
6	0	0	217	0	0	6	0	0	224	0	0
	第七期										
瓶頸機台	P1	P2	P4	P8	P9						
1	0	0	0	0	217						
2	0	0	153	0	64						
3	0	0	0	217	0						
4	0	217	0	0	0						
5	0	0	0	0	50						
6	0	177	0	0	0						

#### 4.5.2、組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式

透過 4.5.1 節之表 4-32 可得知各產品於組立階段製程之各期產出量，此產出量經過單位轉換即為組裝階段製程之各產品之各期最大物料投入量。亦即為組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置模式之輸入資訊。本節亦將利用 iLOG OPL Studio 3.5 進行模式求解。模式求解前之參數設定如下所示：

1. 規劃週期  $t$ ：每 4 天為一期。
2. 各產品於各期之最大物料供給量如表 4-34 所示。

表 4-34、組裝階段製程之各產品各期之物料供給量

期別	產品別				
	P1	P2	P4	P8	P9
1	0	1894	0	106	662
2	0	0	1736	864	0
3	0	868	434	1226	0
4	730	0	108	488	744
5	654	0	534	448	632
6	1316	0	448	0	868
7	0	787	306	434	662
Total	2700	3549	3566	3566	3568

3. 各機台每期可用產能  $CCap_{m,t}$  (秒) :

$$CCap_{m,t} = H \times 24 \times 60 \times 60 \left( 1 - \frac{MTRR_{2,BN}}{MTBF_{2,BN} + MTRR_{2,BN}} - \frac{MTPM_{2,BN}}{MTBPM_{2,BN} + MTPM_{2,BN}} \right) \times U_{3,BN}^{\max} / T$$

$$= 28 \times 24 \times 60 \times 60 \times \left( 1 - \frac{8.5}{180 + 8.5} - \frac{5}{200 + 5} \right) \times 0.95 / 7 = 321580.8$$

4. 各機台欲換線以加工另一種產品之最小連續加工數量  $A$  : 50 片(卡匣)。

5. 不同產品在機台上之加工與換線時間：如附表 A-5 所示。

在瓶頸工作站之機台數為 5 台的產能下，構過 iLOG OPL Studio3.5 進行求解，其所求得之瓶頸工作站各機台各其所需生產之產品與數量彙整於表 4-35。

表 4-35、生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之組裝階段製程瓶頸工作站機台配置結果

		第一期							第二期				
瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9	瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9
1		0	0	0	0	601	1		0	0	50	537	0
2		0	531	0	0	61	2		0	0	410	177	0
3		0	601	0	0	0	3		0	0	537	50	0
4		0	601	0	0	0	4		0	0	537	50	0
5		0	161	0	106	0	5		0	0	202	50	0
		第三期							第四期				
瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9	瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9
1		0	50	0	537	0	1		0	0	0	438	149



表 4-35、生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之組裝階段製程瓶頸工作站機台配置結果(續)

		第三期							第四期				
瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9	瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9
2		0	0	0	601	0	2		50	0	0	0	537
3		0	0	384	0	0	3		537	0	0	50	0
4		0	319	50	0	0	4		93	0	0	0	58
5		0	499	0	88	0	5		50	0	108	0	0
		第五期							第六期				
瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9	瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9
1		0	0	0	0	582	1		369	0	0	0	217
2		50	0	82	448	0	2		601	0	0	0	0
3		185	0	402	0	0	3		346	0	0	0	0
4		369	0	0	0	50	4		0	0	0	0	601
5		50	0	50	0	0	5		0	0	448	0	50
		第七期											
瓶頸機台		P1	P2	P4	P8	P9							
1		0	0	0	0	601							
2		0	0	135	384	61							
3		0	537	50	0	0							
4		0	250	0	50	0							
5		0	0	121	0	0							

#### 4.6、投料規劃機制

##### ➤ 陣列階段製程

吾人使用均勻負荷法作為陣列階段製程之投料策略。其投料間隔時間之估算由式 3-83 估算可得各規劃週期之各產品之投料間隔時間，其規劃結果彙整於表 4-36。

$$Int_{i,t}^{d-s} = \frac{4 \times 24 \times 60 \times 60}{Ax_{i,t}^{d-s}} = \frac{4 \times 24 \times 60 \times 60}{23} = 150267 \text{ (秒)} \quad \text{(式 4-29)}$$

表 4-36、陣列階段製程之各產品各規劃週期之投料間隔時間(秒)

期別	產品別				
	P1	P2	P4	P8	P9
1	0	4671	0	26585	3356
2	0	0	3389	3422	0
3	0	10165	13293	2417	0
4	15027	0	57600	6064	2954
5	16458	0	11149	6647	3491
6	8640	0	13293	0	2580
7	0	11520	20330	6912	3389

➤ 組立階段製程

步驟一：由於生產組合情境方案  $d-s=1-5$  之組立階段製程之瓶頸工作站機台數為 6 台，因此在投料工作站設置 6 個暫存區。

步驟二：引用式 3-84 求算組立階段製程瓶頸工作站之各機台於規劃週期之總加工數量  $O_{j,m,t}^{d-s}$ 。以第一期瓶頸工作站之第一台機台為例，其於第一期之總加工數量為 225 卡匣。此步驟計算結果彙整如表 4-37。

$$O_{j,m,t}^{d-s} = \sum_i Cx_{i,m,t}^{d-s} = 0+225+0+0+0=225(\text{卡匣}) \quad (\text{式 4-30})$$

表 4-37、生產組合情境方案(1-5)之組立階段製程各暫存區於各規劃週期之投料量

期數	暫存區				
	1	2	3	4	5
1	225	225	224	224	224
2	217	215	217	217	217
3	217	224	172	217	217
4	194	209	217	148	50
5	224	92	224	160	217
6	217	210	224	217	224
7	217	217	217	217	50

步驟三：規劃各期各暫存區  $b$  之投料順序表。其為組立階段製程之瓶頸工作站各機台之產品加工順序。透過 4.5.1 節之組立階段製程之瓶頸工作站產能配置模式，可求得各規劃週期瓶頸工作站各機台所加工之產品別與加工順序。

步驟四：引用式 3-86 求算各期各產品於各暫存區之投料間隔時間  $Int_{j,b,i,t}$ 。以第一期產品 B 於第一個暫存區之投料間隔時間為例，經由下式計算其投料間隔時間為 1536 秒。

$$Int_{j,b,i,t}^{d-s} = \frac{4 \times 24 \times 60 \times 60}{O_{j,m,t}^{d-s}} = \frac{4 \times 24 \times 60 \times 60}{225} = 1536 \text{ (秒)} \quad (\text{式 4-31})$$

步驟五：規劃各暫存區  $b$  各產品之投料順序與投料間隔時間。其投料順序與投料間隔時間分別為步驟三與步驟四之規劃結果。將其彙整如表 4-38。

表 4-38、組立階段製程之投料間隔時間與投料順序

期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
1	1	1536	P9	2	1	1593	P8
	2	1536	P2		2	1608	P8
	3	1543	P2		3	1593	P4
	4	1543	P2		4	1593	P4
	5	1543	P2		5	1593	P4
	6	1654	P2→P9→P8		6	1593	P4
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
3	1	1593	P4	4	1	1782	P8
	2	1543	P8		2	1654	P4→P9
	3	2010	P8		3	1593	P9
	4	1593	P8		4	2336	P1
	5	1593	P2		5	6912	P8
	6	1593	P2		6	1593	P1
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
5	1	1543	P8	6	1	1593	P1
	2	3757	P9		2	1646	P9
	3	1543	P9		3	1543	P9
	4	2160	P1→P4		4	1593	P1
	5	1593	P1		5	1543	P1
	6	1593	P4		6	1543	P4
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序				
7	1	1593	P9				
	2	1593	P9→P4				
	3	1593	P8				
	4	1593	P2				
	5	6912	P9				
	6	1953	P2				

➤ 組裝階段製程

由於組裝階段製程之投料規劃方法與組立階段製程相同，因此在此不再說明。其各暫存區於各規劃週期之投料量如表 4-39。投料間隔時間與投料順序如表 4-40。

表 4-39、生產組合情境方案(1-5)於組裝階段製程之各暫存區於各規劃週期投料量

期別	暫存區投料量				
	1	2	2	3	4
1	601	592	601	601	267
2	587	587	587	587	252
3	587	601	384	369	587
4	587	587	587	151	158
5	582	580	587	419	100
6	586	601	346	601	498
7	601	580	587	300	121

表 4-40、組裝階段製程之投料間隔時間與投料順序

期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
1	1	576	P9	2	1	589	P8→P4
	2	584	P9→P2		2	589	P4→P8
	3	576	P2		3	589	P8→P4
	4	576	P2		4	589	P4→P8
	5	1295	P8→P2		5	1372	P4→P8
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
3	1	589	P8→P2	4	1	589	P8→P9
	2	576	P8		2	589	P1→P9
	3	900	P4		3	589	P8→P1
	4	937	P4→P2		4	2289	P9→P1
	5	589	P8→P2		5	2188	P1→P4
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
5	1	594	P9	6	1	590	P1→P9
	2	596	P4→P8→P1		2	576	P1
	3	589	P4→P1		3	999	P1
	4	825	P1→P9		4	576	P9
	5	3456	P4→P1		5	694	P9→P4
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序				
7	1	576	P9				
	2	596	P8→P9→P4				
	3	589	P2→P4				
	4	1152	P2→P8				
	5	2857	P4				

## 4.7、最適生產組合情境方案評選模組

### 4.7.1、模擬模式之建構與執行

本模式將針對經由 4.3 節所設計之各生產組合情境方案，利用 eM-Plant 7.0 建構一模擬系統，其廠房規模即為依據各方案於 4.4.3 節、4.4.4 節與 4.4.5 節所規劃之各階段製程之各工作站機台數，而模擬系統之運作方式即透過 4.5 節所規劃之各產品於各規劃週期於各階段製程之投料量與投料順序，並且採用均勻負荷法進行投料，並且透過模擬之執行蒐集本研究於資料包絡分析法所需之相關生產績效數據。為配合本文之規劃幅度長度，各方案每次模擬 112 天，前 84 天視為模擬系統之 Warmup 時間，蒐集後 28 天之資料。吾人以 5 次模擬所得之資料取平均值，作為本文所蒐集之模擬數據。

### 4.7.2、資料包絡分析法之評估

為了評估各生產組合情境方案於中長期生產規劃後(如圖 3-1 所示)，對整體生產效率之影響，並以此決定最適生產組合情境方案，本章節將利用 3.7.2 節所介紹之交叉效率法進行排序以決定最適生產組合情境方案。

本研究之受評單位即為透過 4.3 節所設計並欲進行評估之各項生產組合情境方案 *d-s*。如表 4-14。在績效衡量指標方面，本文主要考量生產組合情境方案對中長期績效的影響。一般而言，其決策主要包括機台配置及主生產排程規劃。管理重點主要著重在機台投資成本與生產現場之運作狀況。根據相關文獻之探討與整理，本研究的績效衡量指標為：機台投資成本、瓶頸工作站換線總耗用產能、利潤及產出量。各項指標之說明及其定義如下，其中前兩項屬於投入項，後兩項屬於產出項：

1. 機台總投資成本(單位：千元)：由於廠房規模大小主要決定在於各工作站之機台數量的設置結果，機台的投資總成本對整體生產效率必定會有相當大比重之影響，必須將其納入衡量指標項目之一。其為各階段製程各工作站之機台成本總合。
2. 瓶頸工作站換線耗用產能(單位：秒)：由於 TFT-LCD 三階段製程中部分工作站具有機台換線時間相對於加工時間相當長的特性，然而換線是浪費產能且不具

經濟效益的行為，因以機台因換線所耗用的產能狀況必須加以考量，以衡量對於產品種類數多寡造成瓶頸工作站換線所耗用總產能對於整體生產效率的好壞關係。其為組立階段製程與組裝階段製程之瓶頸工作站實際用於換線所耗用之總產能。

3. 利潤(單位：千元)：由於企業的最終目的在於賺錢，因此必須考量利潤對整體生產效率所造成的影響。其各產品經銷售後所得之總利潤。

4. 產出量(單位：卡匣)：由於在預定的產出目標前提下，生產系統的運作狀況將會影響系統之產出量，透過產出量的多少將可間接了解系統的穩定程度，因此產出量必須視為一個影響整體生產效率的重要衡量指標。其各產品於規劃幅度下之產出量之總合。

因此，基於上述各績效衡量指標，27 組生產組合情境方案的績效值可由模擬執行後獲得，如表 4-41。但是，另一方面為了確認模擬結果的可行性，需進一步與透過 4.4.1 節與 4.4.2 節規劃產生結果做比較，如表 4-42 所示。透過表 4-42 可知，各受評單位之利潤達程度高達 98% 以上，而在規劃幅度內之總產出量達程度高達 99% 以上，代表吾人所設計主生產排程規劃模組之規劃結果有相當不錯的成效。因此透過模擬所蒐集之相關生產績效數據具有評估的合理性以及高度可行性，可用來代表各方案的績效表現，並用來作為評選的依據。

表 4-41、各生產組合情境方案之各績效指標值

受評單位	方案(d-s)	機台成(千元)	換線耗用產能(秒)	利潤(千元)	產出量(卡匣)
1	1-5	21520000	543600	5414045.6	16943.6
2	1-6	19994000	450000	5460531.76	14098.8
3	1-7	19828000	594000	5442244	14094.6
4	1-8	19994000	1395000	5378730	14109.4
5	1-9	18347000	1557000	4733218	11292
6	1-10	19420000	1476000	4967572.4	13358.4
7	2-6	23410000	1485000	6195509.2	16647
8	2-7	23310000	1647000	6180083.6	16535.8
9	2-8	23630000	1557000	6119948	16898.2
10	2-9	20377000	1386000	5034218.56	11294
11	2-10	19944000	1719000	5680487.6	14113.4
12	3-6	25923000	684000	6824681.28	19776
13	3-7	24976000	607680	6866458.88	16932
14	3-8	24976000	658800	6813022	16931.6
15	3-9	23434000	658800	6290412.72	14081.4
16	3-10	23334000	658800	6029505.2	14113.8
17	4-7	27613000	687600	7598932	19776.4
18	4-8	27573000	774000	7437846.8	19591
19	4-9	24664000	568800	6653121.6	14114.8



表 4-41、各生產組合情境方案之各績效指標值(續)

受評單位	方案(d-s)	機台(千元)	換線耗用產能(秒)	利潤(千元)	產出量(卡匣)
20	4-10	24564000	673200	6364308	14115.2
21	5-7	30545000	766800	8179676	22596.8
22	5-8	30625000	1983600	8250638	22588.2
23	5-9	27656000	1506600	7718952	16939.6
24	5-10	27541000	1762200	7546074.4	16904.2
25	6-8	33939000	2331000	8853406	25425.6
26	6-9	29466000	1557000	8156264	16940.4
27	6-10	29466000	1746000	7918700	16941.6

表 4-42、各受評單位之利潤與產出量達程度分析

受評單位	利潤			產出量		
	規劃值	模擬值	達程度	規劃值	模擬值	達程度
1	5415720	5414046	99.96908	16949	16943.6	99.96814
2	5461710	5460532	99.97843	14101	14098.8	99.9844
3	5446710	5442244	99.91801	14102	14094.6	99.94753
4	5380830	5378730	99.96097	14113	14109.4	99.97449
5	4733820	4733218	99.98728	11291	11292	100.0089
6	4969440	4967572	99.96242	13362	13358.4	99.97306
7	6197010	6195509	99.97578	16651	16647	99.97598
8	6182010	6180084	99.96884	16540	16535.8	99.97461
9	6121530	6119948	99.97416	16900	16898.2	99.98935
10	5033700	5034219	100.0103	11291	11294	100.0266
11	5682960	5680488	99.95649	14117	14113.4	99.9745
12	6824310	6824681	100.0054	19776	19776	100
13	6876420	6866459	99.85514	16946	16932	99.91738
14	6820050	6813022	99.89695	16944	16931.6	99.92682
15	6296160	6290413	99.90872	14119	14081.4	99.73369
16	6031440	6029505	99.96792	14116	14113.8	99.98441
17	7597140	7598932	100.0236	19774	19776.4	100.0121
18	7541220	7437847	98.62922	19774	19591	99.07454
19	6655440	6653122	99.96517	14119	14114.8	99.97025
20	6366240	6364308	99.96965	14117	14115.2	99.98725
21	8189280	8179676	99.88272	22603	22596.8	99.97257
22	8255790	8250638	99.9376	22597	22588.2	99.96106
23	772164	7718952	99.96519	16942	16939.6	99.98583
24	7564980	7546074	99.75009	16944	16904.2	99.76511
25	8853210	8853406	100.0022	25425	25425.6	100.0024
26	8158140	8156264	99.977	16943	16940.4	99.98465
27	7920660	7918700	99.97525	16944	16941.6	99.98584

本研究所設計之 27 個生產組合情境方案，亦即有 27 個受評單位，且每個受評單位具有 2 個投入項與 2 個產出項，其排序方法使用 3.7.2 節所討論之交叉效率法。對任一方案，引用式 3-91~式 3-95 求得最佳權重，並代入式 3-96 以及引用式 3-97 計算平均交叉效率值，以建構如表 3-2 之交叉效率矩陣

以第 1 個受評單位( $d-s=1-5$ )為例，經由式 3-91~式 3-95 之運算結果，可得第 1 個受評單位所對應之投入項最佳權數為 $(u_1^*, u_2^*) = (4.83 \times 10^{-8}, 1.37 \times 10^{-9})$ ，產出項之最佳權數 $(v_1^*, v_2^*) = (1.64 \times 10^{-7}, 6.13 \times 10^{-10})$ 。各受評單位之投入項與產出項之最佳權數如表 4-43。

表 4-43、各受評單位各績效指標之最佳權數( $10^{-8}$ )

受評單位	機台成本	換線耗用產能	利潤	產出量
1	4.83	0.137	16.4	0.613
2	5.18	0.131	17.6	0.554
3	5.21	0.171	17.7	0.558
4	5.18	0.159	17.6	0.561
5	5.61	0.206	19.1	0.555
6	5.32	0.177	18.1	0.586
7	4.42	0.126	15.0	0.503
8	4.43	0.139	15.1	0.503
9	4.38	0.130	14.9	0.511
10	5.04	0.151	17.1	0.484
11	5.18	0.194	17.6	0.537
12	4.00	0.119	13.6	0.494
13	4.14	0.114	14.1	0.446
14	4.14	0.123	14.1	0.449
15	4.39	0.137	14.9	0.434
16	4.41	0.138	15.0	0.450
17	3.75	0.107	12.7	0.431
18	3.75	0.119	12.7	0.436
19	4.17	0.109	14.2	0.400
20	4.18	0.128	14.2	0.415
21	3.39	0.098	11.5	0.418
22	3.38	0.100	11.5	0.414
23	3.73	0.094	12.7	0.378
24	3.73	0.108	12.7	0.384
25	3.05	0.097	10.4	0.397
26	3.49	0.086	11.9	0.346
27	3.49	0.095	11.9	0.353

接著，將第  $q$  個受評單位所對應之最佳乘數乘上第  $p$  個受評單位所對應之投入項與產出項，求得交叉效率值  $E_{pq}$ 。以  $p=1(d-s=1-5)$ ， $q=2(d-s=1-6)$  為例，引用式 3-96 可得其交叉效率值  $E_{pq} = 0.8885$ 。

$$E_{pq} = \frac{\sum_{z=1}^Z u_z^p \times Y_{zq}}{\sum_{w=1}^W v_w^p \times X_{wq}} = \frac{5414045.6 \times 1.76 \times 10^{-7} + 16943.6 \times 5.54 \times 10^{-10}}{21520000 \times 5.18 \times 10^{-8} + 543600 \times 1.31 \times 10^{-9}} = 0.8885$$

(式 4-32)

然後，計算第  $p$  個受評單位之交叉效率值之平均  $e_p$ 。以受評單位  $p=1$  為例，引用式 3-97，可得交叉效率值之平均  $e_p = 0.8885$ 。

$$e_p = \frac{\sum_{q=1(q \neq p)}^n E_{pq}}{n-1} = \frac{0.8885 + 0.8885 + \dots + 0.8885}{27-1} = 0.8885$$

(式 4-33)

最後，將平均交叉效率值  $e_k$  由高至低排序，即為受評單位之名次。如表 4-44。

透過表 4-44 可得知受評單位 11 之平均交叉效率最大，表示該受評單位利用其他受評單位之最佳乘數所計算之平均效率為最佳，因此將其評選為最佳生產組合情境方案。亦即 TFT-LCD 製造廠欲興建一新興六代廠，在考量整體效率最佳的前提下，陣列階段製程之瓶頸工作站之機台數必須設定為 8 台，且生產 10 種產品的前提下進行建廠與相關生產規劃，方可在最適當投入下，獲得最佳的產出，使企業之營運結果達到最佳整體生產效率。

表 4-44、交叉效率法之排序結果

受評單位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	平均	排序
1	—	0.8885	0.8885	0.8885	0.8886	0.8886	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8886	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	0.8885	26
2	0.9606	—	0.9607	0.9606	0.9607	0.9607	0.9606	0.9607	0.9606	0.9606	0.9607	0.9606	0.9606	0.9606	0.9607	0.9606	0.9607	0.9606	0.9606	0.9606	0.9606	0.9606	0.9606	0.9606	0.9607	0.9606	0.9606	0.9606	7
3	0.9626	0.9626	—	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	0.9626	6
4	0.9461	0.9461	0.9461	—	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	0.9461	12
5	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	—	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	0.9028	24
6	0.8978	0.8978	0.8979	0.8979	0.8979	—	0.8978	0.8979	0.8979	0.8979	0.8979	0.8979	0.8978	0.8979	0.8979	0.8979	0.8978	0.8979	0.8978	0.8979	0.8979	0.8979	0.8978	0.8979	0.8978	0.8978	0.8978	0.8979	25
7	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9309	0.9308	—	0.9308	0.9308	0.9308	0.9309	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	0.9308	17
8	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	—	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	0.9307	18
9	0.9113	0.9113	0.9114	0.9114	0.9114	0.9114	0.9113	0.9114	—	0.9114	0.9114	0.9114	0.9113	0.9114	0.9114	0.9114	0.9113	0.9114	0.9113	0.9114	0.9113	0.9114	0.9113	0.9114	0.9113	0.9113	0.9113	0.9114	21
10	0.8620	0.8620	0.8621	0.8620	0.8621	0.8621	0.8620	0.8620	0.8620	—	0.8621	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	0.8620	27
11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	—	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1
12	0.9276	0.9275	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	—	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	0.9276	0.9275	0.9276	0.9276	0.9276	0.9275	0.9276	0.9276	0.9275	0.9276	0.9276	19
13	0.9655	0.9655	0.9656	0.9656	0.9656	0.9656	0.9655	0.9656	0.9656	0.9656	0.9656	0.9656	—	0.9656	0.9656	0.9656	0.9655	0.9656	0.9655	0.9656	0.9656	0.9656	0.9656	0.9655	0.9656	0.9655	0.9655	0.9656	5
14	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9581	0.9580	0.9580	—	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9580	0.9579	0.9580	0.9580	8
15	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9391	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9391	0.9390	0.9390	0.9390	—	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	0.9390	15
16	0.9028	0.9028	0.9029	0.9029	0.9029	0.9029	0.9028	0.9029	0.9029	0.9029	0.9029	0.9029	0.9028	0.9029	0.9029	—	0.9028	0.9029	0.9028	0.9029	0.9028	0.9029	0.9028	0.9028	0.9029	0.9028	0.9028	0.9029	23
17	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9682	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9682	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	—	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	0.9681	3
18	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9483	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	—	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	0.9482	10
19	0.9423	0.9423	0.9424	0.9423	0.9424	0.9424	0.9423	0.9424	0.9423	0.9423	0.9424	0.9423	0.9423	0.9423	0.9424	0.9424	0.9423	0.9424	—	0.9423	0.9423	0.9423	0.9423	0.9423	0.9424	0.9423	0.9423	0.9423	13
20	0.9039	0.9039	0.9040	0.9040	0.9040	0.9040	0.9039	0.9040	0.9039	0.9040	0.9040	0.9040	0.9040	0.9039	0.9040	0.9040	0.9040	0.9039	0.9040	0.9039	—	0.9039	0.9040	0.9039	0.9039	0.9040	0.9039	0.9040	22
21	0.9415	0.9415	0.9416	0.9416	0.9416	0.9416	0.9415	0.9416	0.9416	0.9416	0.9416	0.9416	0.9415	0.9416	0.9416	0.9416	0.9415	0.9416	0.9415	0.9416	—	0.9416	0.9415	0.9415	0.9416	0.9415	0.9415	0.9416	14
22	0.9471	0.9471	0.9472	0.9471	0.9472	0.9472	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9472	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	—	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	0.9471	11
23	0.9770	0.9770	0.9771	0.9771	0.9771	0.9771	0.9770	0.9771	0.9770	0.9770	0.9771	0.9770	0.9770	0.9771	0.9771	0.9770	0.9771	0.9770	0.9771	0.9770	0.9771	0.9770	—	0.9770	0.9771	0.9770	0.9770	0.9770	2
24	0.9567	0.9566	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9567	0.9566	0.9567	0.9567	0.9567	—	0.9567	0.9566	0.9566	0.9567	9
25	0.9177	0.9177	0.9178	0.9177	0.9178	0.9178	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9178	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	—	0.9177	0.9177	0.9177	0.9177	20
26	0.9671	0.9671	0.9672	0.9672	0.9672	0.9672	0.9671	0.9672	0.9671	0.9671	0.9672	0.9671	0.9671	0.9671	0.9672	0.9672	0.9671	0.9672	0.9671	0.9672	0.9671	0.9671	0.9671	0.9671	0.9671	0.9672	—	0.9671	4
27	0.9389	0.9388	0.9389	0.9389	0.9390	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9390	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9389	0.9388	0.9389	0.9388	—	0.9389	16

## 第五章 結論與未來研究方向

### 5.1、結論

隨著市場對於 TFT-LCD 大尺寸相關應用產品之需求不斷提升，舊世代廠因技術的限制，而無法滿足顧客所需之大尺寸訂單，因此興建新世代廠已成為企業滿足市場需求之趨勢。然而，由於 TFT-LCD 三階段製程中，部分工作站換線時間相較於加工時間相當長之特性，因此產品種類數之多寡將對整體生產系統之生產績效有莫大的影響；此外，投資一座六代廠平均約需新台幣 700 億，且機台價格動輒上億元，廠房規模大小對於財務相關之績效有直接之影響，因此如何投資一座最具整體生產效率之廠房是企業所需評估之重要項目。

有鑑於此，本文將針對廠房規模與產品種類數之多寡對生產系統之整體生產效率的影響，提出一生產組合決策評估系統，期能在客觀的因素，為企業選取一最具整體生產效率之生產組合情境。本文所發展之評估系統包含：

#### 1. 生產組合情境方案設計

為了設計不同之生產組合情境方案以進行比較與評估，吾人考量陣列階段製程為三階段製程之瓶頸階段，TFT-LCD 之最終產出量受限於陣列階段製程之廠房規模，因此參考目前業界之廠房規模設計各種不同之陣列階段製程之廠房規模。接著考量玻璃基板之生產效益以及在某一廠房規模下之玻璃基板最大產出量，設定不同之產品種類數，最後再將各種廠房規模與各種產品種類數作組合，即可獲得各種生產組合情境方案。

#### 2. 機台規劃模組

針對各生產組合情境方案，為了求得各階段製程各工作站之機台數，吾人考量陣列階段製程以及組立階段製程之瓶頸工作站之產能需充分利用的條件，同時考量各產品於市場之最高與最低預測需求的限制，建構一線性規劃模式以求得組立階段製程之瓶頸工作站機台數，以及各產品之產出目標量。並依據此一產出目標量，以非瓶頸工作站之利用率不得高於瓶頸工作站利用率之 80%，以避免瓶頸飄移的前提下，規劃各階段製程各工作站所需之機台數。

### 3. 主生產排程規劃

針對每一生產組合情境方案，在利用機台規劃模組求得各階段製程各工作站之機台數以及各產品於各階段製程之產出目標後，須先進行投料規劃才能生產績效之評估。因此吾人在達成預設的各產品產出目標與所欲生產之產品種類數的條件下，以追求各階段製程間之庫存量最小化為目的，分別為組立階段製程之瓶頸工作站與組裝階段製程之瓶頸工作站建構一線性規劃模式，以求解各規劃週期各階段製程之瓶頸機台所需生產之產品與數量。並以投料站配合瓶頸工作站為原則，依據各產品於瓶頸工作站之加工順序與數量，以均勻負荷法進行投料，完成各規劃週期各產品之投料規劃。

### 4. 最適生產組合情境評選模組

依據各生產組合情境之主生產排程規劃之結果，分別建構與 TFT-LCD 廠之生產特性相似之模擬系統，以使利用模擬方式來取得生產現場之相關生產績效資料。依據模擬所得之生產績效值以及所求算之機台總成本，吾人先利用相關性分析篩選出欲評估之績效指標，再以資料包絡分析法之交叉效率法評估以求得最適生產組合情境方案。

經由第四章的實例驗證結果，吾人將本文所設計之生產組合決策評估系統之成效整例如下：

1. 在生產組合情境方案設計中，可以快速且合理地設計各種不同之生產組合情境方案。
2. 本文所提出之「主生產排程規劃模組」，依據組立階段製程之瓶頸工作站產能配置與組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置之線性規劃模式，求解出各階段製程瓶頸工作站所需生產之產品與數量，並依此結果規劃各產品於各規劃週期之投料順序與投料量進行生產。第四章之實例驗證結果顯示，各生產組合情境方案之利潤與產出量皆可以達到 98% 與 99% 以上的達成率，表示本文所提出之模組有不錯之成效。
3. 為能完整且客觀的評選最適生產組合情境方案，本文透過資料包絡分析法之交叉效率法，可直接而明確地獲得具有最佳整體生產效率之生產組合情境方案，可提供企業於建廠規劃前之參考依據。



## 5.2、未來研究方向

綜觀本文所發展之最適生產組合評估系統，在研究過程中吾人認為仍有許多值得更進一步之後續發展與探討方向，在此整理如下：

1. TFT-LCD 廠之非瓶頸工作站之機台與瓶頸工作站之機台價格相比雖然顯得比較便宜，但是亦須上百萬甚至上千萬，吾人在非瓶頸機台規劃上僅考量其利用率不得高於瓶頸工作站之利用率 80%作為機台數規劃之準則，未來可嘗試刪減非瓶頸工作站機台對生產系統之績效影響，以更精確規劃各階段製程各工作站之機台數。
2. 本文以簡單的均勻負荷法進行投料，並未考量生產系統之在製品量問題，未來可嘗試不同之派工法則對於生產績效之影響，進行研究。
3. 本文僅針對單世代廠之多階單廠區進行建廠規劃與評估，未來可進一步探討多階多廠區以及多世代之規劃與評估。



## 参考文献

- [1] Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W., "Some Models For Estimating Technical and Scale Inefficiencies In Data Envelopment Analysis," *Management Science*, Vol.30, No.9, pp.1078-1092, 1984.
- [2] Bretthauer, K. M., "Capacity Planning in Manufacturing and Computer Networks," *European Journal of Operational Research*, Vol.91, pp.386-394, 1996.
- [3] Carbones, T. A., "Measuring Efficiency of Semiconductor Manufacturing Operations Using Data Envelopment Analysis(DEA)," *IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*, pp.56-62, 2000.
- [4] Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. and Seiford, L., "Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications," *Massachusetts: Kluwer Academic Publishers*, 1997.
- [5] Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units," *European Journal of Operational Research*, Vol.2, pp. 429-444, 1978.
- [6] Doyle, J. and Green, R. "Efficiency and Cross-efficiency in DEA: Derivation, Meaning and Uses," *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 45, pp. 567-578, 1994.
- [7] Farrell, M. J., "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, Vol.120, Part 3, pp.253-281, 1957.
- [8] Goldratt, E. M., and Cox, J., "The Goal-A Process of ongoing Improvement," *North River Press*, 1992.
- [9] Koopmans, T. C., "An Analysis of Production as An Efficient Combination of Activities," *An Analysis of Production and Allocation, Cowles Commission for Research in Economics*, Monograph No.13, New York, John Wiley and Sons, Inc., 1951.

- [10] Little, J. D. C., "A Proof for the Queueing Formula  $L = \lambda w$ ," *Operation Research*, Vol.9, pp.383-387, 1961.
- [11] Missbauer, H., "Order Release and Sequence-Dependent Setup Time," *International Journal of Production Economics*, Vol. 49, Iss. 2, pp. 131-143, 1997.
- [12] Roll, Y., Cook, W. D., and Golany, B. "Controlling Factor Weights in Data Envelopment Analysis," *IIE Transactions*, Vol. 23, pp. 2-9, 1991.
- [13] Seiford, L. M. and R. M. Thrall, "Recent Development in DEA: the Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis," *Journal of Economics*, Vol.46, pp.7-38, 1990.
- [14] Spearman, M. L., Woodruff, D. L., and Hopp, W. J., "CONWIP: a pull alternative to kanban," *International Journal of Production Research*, Vol.28, No. 5, pp. 879-894, 1990.
- [15] Srikanth, M. L. and Umble, M. M., "Synchronous Management: Profit-Based Manufacturing for the 21<sup>st</sup> Century," *The Spectrum Publishing Company*, 1997.
- [16] Stevenson, W. J., "Production/Operations Management," 6<sup>th</sup> ed., *Irwin, Boston*.
- [17] Swaminathan, J. M., "Tool Capacity Planning for Semiconductor Fabrication Facilities under Demand Uncertainty," *European Journal of Operational Research*, *Amsterdam*, Vol.120, No.3, pp. 545, 2000.
- [18] Tone, K., "A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, Vol.130, pp.498-509, 2001.
- [19] Vollmann, T. E., W. L. Berry and D. C. Whybark, "Manufacturing Planning and Control Systems," *Richard D. Irwin, Inc.*, 1992.
- [20] Wortman, J. C., M.J. Euwe, M. Tal. and V. C. S. Wiers, "A Review of Capacity Planning Techniques within Standard packages," *Production planning & Control*, Vol.7, No.2, pp.117-128, 1996.
- [21] Yang, M. H., Chung, S. H. and Kao, C. K., "To Estimate the Number of Setups

and the Setup Time for Identical Parallel-Machine Problem with Dynamic Job Arriving,” *Working Paper*, 2005.

- [22] 李俊昇，「液晶面板組裝廠批量製程派工法則之設計」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 91 年。
- [23] 李欣怡，「晶圓製造廠產品組合最佳化之設定」，國立交通大學工業工程與管理學系，博士論文，民國 93 年。
- [24] 余業鑫，「以生產力為觀點的半導體晶圓廠產能規劃方法」，國立清華大學工業工程與工業管理學系，碩士論文，民國 91 年。
- [25] 呂學祥，「半導體產業與液晶電視、無線通訊及相關產業發展趨勢和因應策略」，國科會國際科技簡訊網，民國 94 年 3 月。
- [26] 林時龍，「晶圓廠短期動態機台調整機制」，國立交通大學工業工程與管理，碩士論文，民國 90 年。
- [27] 林毓淳，「薄膜液晶顯示器組立廠主生產排程快速規劃系統之設計」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 93 年。
- [28] 洪海玲，「以資料包絡分析法作製造業之營運效率分析」，國立成功大學工業管理研究所，碩士論文，民國 91 年。
- [29] 高強、黃旭男、Toshiyuki Sueyoshi，「管理績效評估－資料包絡分析法」，華泰文化事業股份有限公司，民國 92 年。
- [30] 孫松增，「台灣 TFT-LCD 產業生產力與效率分析」，國立政治大學經濟研究所，碩士論文，民國 93 年。
- [31] 張毓誠，「晶圓製造廠主生產排程之構建」，國立交通大學工業工程研究所，碩士論文，民國 86 年。
- [32] 陳蓮春，「什麼是液晶」，建興出版社，民國 89 年 6 月。
- [33] 陳亞妮，「薄膜電晶體陣列廠生產規劃系統之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 93 年。
- [34] 許運達，「TFT-LCD 模組廠生產規劃系統之建構」，國立交通大學工業工程與

- 管理學系，碩士論文，民國 94 年。
- [35] 黃宏文，「晶圓製造廠生產活動控制策略之建構」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 84 年。
- [36] 彭俊昌，「液晶面板組立廠投料與派工模擬分析」，國立清華大學工業工程與工程管理學系，碩士論文，民國 94 年。
- [37] 經濟部-技術尖兵第 116 期 93 年 8 月號-「前瞻趨勢」。
- [38] 鄒民欽，「TFT-LCD 製程探討—以模組廠製程的改善為案例」，國立清華大學工業工程與工程管理學系，碩士論文，民國 91 年。
- [39] 熊雅意，「晶圓代工廠考量週期時間限制之機台規劃研究」，國立交通大學工業工程與管理學系，博士論文，民國 93 年。
- [40] 蔡秉宏，「液晶面板組裝廠產能配置模組之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 92 年。
- [41] 羅湘君，「晶圓廠針測區多工單等級生產規劃系統之設計」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 91 年。
- [42] 蘇進祿，「以資料包絡分析法評估鋼鐵產業經營績效之研究」，國立成功大學管理學院，高階管理碩士在職專班碩士論文，民國 95 年。
- [43] 顧鴻壽，「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，民國 90 年 9 月。
- [44] 劉睿均，「晶圓製造廠機台刪減機制之設計」，國立交通大學工業工程與管理學系，碩士論文，民國 92 年。

## 附錄 A、各階段製程之產品製程資料

附表 A-1、陣列階段製程之一般工件加工步驟與作業時間

步驟	工作站	平均加工時間	步驟	工作站	平均加工時間
1	A_W17	20.00	18	A_W17	20.00
2	A_W06	*	19	A_W08	*
3	A_W16	25.00	20	A_W16	37.33
4	A_W09	26.67	21	A_W15	38.33
5	A_W04	22.00	22	A_W04	22.00
6	A_W02	36.67	23	A_W17	20.00
7	A_W17	20.00	24	A_W06	*
8	A_W08	*	25	A_W16	37.33
9	A_W16	37.33	26	A_W03	*
10	A_W10	*	27	A_W04	22.00
11	A_W04	22.00	28	A_W14	20.00
12	A_W17	20.00	29	A_W12	39.33
13	A_W06	*	30	A_W01	*
14	A_W16	37.33	31	A_W02	26.00
15	A_W09	26.67	32	A_W05	*
16	A_W13	24.67	33	A_W07	26.00
17	A_W04	22.00	34	A_W11	*

(單位：分)

[註 1] 加工時間服從常態分配，其中 W16 為瓶頸工作站。

[註 2] W17 為各個層級之起始站。



附表 A-2 陣列階段製程之量測工件加工步驟與作業時間

步驟	工作站	平均加工時間	步驟	工作站	平均加工時間
1	A_W17	20.00	23	W04	22.00
2	A_W06	*	24	W17	20.00
3	A_W18	12.00	25	W08	*
4	A_W16	25.00	26	A_W18	12.00
5	A_W19	18.00	27	A_W16	37.33
6	A_W09	26.67	28	A_W19	18.00
7	A_W04	22.00	29	A_W15	38.33
8	A_W02	36.67	30	A_W04	22.00
9	A_W17	20.00	31	A_W17	20.00
10	A_W08	*	32	A_W06	*
11	A_W18	12.00	33	A_W18	12.00
12	A_W16	37.33	34	A_W16	37.33
13	A_W19	18.00	35	A_W19	18.00
14	A_W10	*	36	A_W03	*
15	A_W04	22.00	37	A_W04	22.00
16	A_W17	20.00	38	A_W14	20.00
17	A_W06	*	39	A_W12	39.33
18	A_W18	12.00	40	A_W01	*
19	A_W16	37.33	41	A_W02	26.00
20	A_W19	18.00	42	A_W05	*
21	A_W09	26.67	43	A_W07	26.00
22	A_W13	24.67	44	A_W11	*

(單位：分)

[註 1] 加工時間服從常態分配，其中 W16 為瓶頸工作站，W18 和 W19 為量測機台 1 和量測機台 2。

若量測不合格則進行重加工。

[註 2] W17 為各個層級之起始站。

附表 A-3、陣列階段製程之重加工步驟

	步驟	工作站		步驟	工作站
RW <sub>1,1</sub>	1	W09	RW <sub>2,3</sub>	1	W04
	2	W17		2	W13
	3	W06		3	W09
RW <sub>1,2</sub>	1	W10		4	W17
	2	W17		5	W06
	3	W08		6	W18
RW <sub>1,3</sub>	1	W13		7	W16
	2	W09	RW <sub>2,4</sub>	1	W04
	3	W17		2	W15
	4	W06		3	W17
RW <sub>1,4</sub>	1	W15		4	W08
	2	W17		5	W18
	3	W08		6	W16
RW <sub>1,5</sub>	1	W03	RW <sub>2,5</sub>	1	W04
	2	W17		2	W03
	3	W06		3	W17
RW <sub>2,1</sub>	1	W04		4	W06
	2	W09		5	W18
	3	W17		6	W16
	4	W06			
	5	W18			
	6	W16			
RW <sub>2,2</sub>	1	W04			
	2	W10			
	3	W17			
	4	W08			
	5	W18			
	6	W16			

[註] RW<sub>g,l</sub>表示量測工件於量測機台  $g$  在第  $l$  層級所需經過的重加工步驟。(瓶頸工作站為 W16)

附表 A-4 組立階段製程各產品之加工步驟、作業時間與換線時間

步驟	工作站	加工時間										換線時間
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	C_W01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	C_W02	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	180
3	C_W03	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	C_W04	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	—
5	C_W05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	C_W06	285	285	290	290	295	295	300	300	310	310	10
7	C_W07	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	C_W08	125	125	130	130	135	135	140	140	145	145	10
9	C_W09	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	C_W10	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	—
11	C_W11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	C_W12	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	—

—：該產品不需要換線  
\*：製程資訊不公開

(單位：分鐘)

附表 A-5 組裝階段製程各產品之加工步驟、作業時間與換線時間

步驟	工作站	加工時間										換線時間
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	M_W01	504	504	504	504	504	504	504	504	504	504	—
2	M_W02	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	M_W03	493.5	493.5	493.5	493.5	493.5	493.5	493.5	493.5	493.5	493.5	—
4	M_W04	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	M_W05	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	3600
6	M_W06	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	M_W07	1134	1134	1134	1134	1134	1134	1134	1134	1134	1134	—
8	M_W08	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	M_W09	399	399	399	399	399	399	399	399	399	399	—

—：該產品不需要換線  
\*：製程資訊不公開

(單位：秒)

## 附錄 B、各階段製程各工作站相關資料

附表 B-1、陣列階段製程各工作站相關資料

工作站編號	A_W01	A_W02	A_W03	A_W04	A_W05	A_W06	A_W07
MTBF(小時)	25	25	—	25	25	25	—
MTTR(小時)	1.33	1.2	—	1.67	1.33	1.67	—
區域	測試區	測試區	蝕刻區	蝕刻區	測試區	薄膜區	測試區
工作站編號	A_W08	A_W09	A_W10	A_W11	A_W12	A_W13	A_W14
MTBF(小時)	25	12.5	12.5	—	12.5	—	—
MTTR(小時)	1.67	1	0.67	—	0.67	—	—
區域	薄膜區	蝕刻區	蝕刻區	測試區	測試區	蝕刻區	測試區
工作站編號	A_W15	A_W16	A_W17	A_W18	A_W19		
MTBF(小時)	12.5	12.5	25	—	—		
MTTR(小時)	0.67	1	1.67	—	—		
區域	蝕刻區	黃光區	薄膜區	黃光區	黃光區		

附表 B-2、組立階段製程各工作站相關資料

工作站編號	C_W01	C_W02	C_W03	C_W04	C_W05	C_W06
最大加工批量	1	1	1	1	12	15
MTBF(小時)	200	2000	500	400	70	300
MTTR(小時)	4	8	8	8	2	3
MTBPM(小時)	716	46	430	710	162	400
MTTPM(小時)	4	2	7	10	4	5
工作站編號	C_W07	C_W08	C_W09	C_W10	C_W11	C_W12
最大加工批量	6	2	1	1	1	1
MTBF(小時)	250	1400	500	100	100	100
MTTR(小時)	12	4	8	0.5	0.2	0.5
MTBPM(小時)	1600	2160	500	1200	1200	1200
MTTPM(小時)	8.5	2	7	4	4	4

附表 B-3、組裝階段製程各工作站相關資料

工作站編號	M_W01	M_W02	M_W03	M_W04	M_W05
最大加工批量	1	1	1	1	1
MTBF(小時)	200	290	1100	780	180
MTTR(小時)	4	4.5	7	10	8.5
MTBPM(小時)	600	140	300	200	200
MTTPM(小時)	7	6.5	4	1.5	5
工作站編號	M_W06	M_W07	M_W08	M_W09	
最大加工批量	1	1	1	1	
MTBF(小時)	—	1600	—	—	
MTTR(小時)	—	12	—	—	
MTBPM(小時)	—	1200	—	—	
MTTPM(小時)	—	10	—	—	



附表 C、各階段製程各工作站之機台單位成本(單位：百萬)

陣列階段製程		組立階段製程		組裝階段製程	
工作站編號	機台單位成本	工作站編號	機台單位成本	工作站編號	機台單位成本
A_W01	50	C_W01	80	M_W01	20
A_W02	50	C_W02	70	M_W02	20
A_W03	100	C_W03	85	M_W03	20
A_W04	100	C_W04	20	M_W04	20
A_W05	50	C_W05	8	M_W05	20
A_W06	120	C_W06	20	M_W06	50
A_W07	50	C_W07	100	M_W07	5
A_W08	220	C_W08	66	M_W08	0.5
A_W09	250	C_W09	50	M_W09	5
A_W10	200	C_W10	50		
A_W11	30	C_W11	50		
A_W12	80	C_W12	50		
A_W13	300				
A_W14	50				
A_W15	300				
A_W16	800				
A_W17	60				
A_W18	100				
A_W19	100				



附錄 D、各生產組合情境方案之各階段製程各產品產出目標

附表 D-1、規模  $d=1$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標

1-6	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total				
	產出目標	81	42	63	257	416	555	1414				
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total				
	產出目標	1302	540	540	1102	1783	1784	7051				
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total				
	產出目標	2604	1080	1080	2203	3566	3568	14101				
1-7	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	81	42	63	125	132	416	555	1414			
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	1302	540	540	536	566	1783	1784	7051			
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	2604	1080	1080	1072	1132	3566	3568	14102			
1-8	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	61	42	63	84	125	125	416	498	1414		
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	981	540	540	540	536	536	1783	1601	7057		
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	1961	1080	1080	1080	1072	1072	3566	3202	14113		
1-9	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	34	42	63	84	125	125	233	168	540	1414	
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	547	540	540	540	536	536	999	540	868	5646	

附表 D-1、規模  $d=1$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標(續)

1-9	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1072	1072	1998	1080	1736	11291	
1-10	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	52	42	63	63	84	125	125	359	167	334	1414
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	836	540	540	540	540	536	536	1539	537	537	6681
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	1672	1080	1080	1080	1080	1072	1072	3078	1074	1074	13362

附表 D-2、規模  $d=2$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標

2-6	陣列階段製程									
	產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	111	42	76	416	416	555	1616		
	組立階段製程									
	產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	1784	540	652	1783	1783	1784	8326		
	組裝階段製程									
產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total			
產出目標	3568	1080	1303	3566	3566	3568	16651			
2-7	陣列階段製程									
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total	
	產出目標	111	42	63	125	304	416	555	1616	
	組立階段製程									
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total	
	產出目標	1784	540	540	536	1303	1783	1784	8270	
	組裝階段製程									
產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total		
產出目標	3568	1080	1080	1072	2606	3566	3568	16540		
2-8	陣列階段製程									
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total
	產出目標	111	42	63	84	125	220	416	555	1616

附表 D-2、規模  $d=2$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標(續)

2-8	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	1784	540	540	540	536	943	1783	1784	8450		
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
產出目標	3568	1080	1080	1080	1072	1886	3566	3568	16900			
2-9	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	34	42	63	84	125	125	125	167	830	1595	
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	547	540	540	540	536	536	536	537	1334	5646	
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
產出目標	1093	1080	1080	1080	1072	1072	1072	1074	2668	11291		
2-10	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	34	42	63	63	84	125	125	416	267	397	1616
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	547	540	540	540	540	536	536	1783	859	639	7060
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
產出目標	1093	1080	1080	1080	1080	1072	1072	3566	1717	1277	14117	

附表 D-3、規模  $d=3$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標

3-6	陣列階段製程							
	產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total
	產出目標	61	138	208	416	416	555	1794
	組立階段製程							
	產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total
	產出目標	981	1775	1783	1783	1783	1784	9889
	組裝階段製程							
產品種類	P1	P2	P4	P7	P8	P9	Total	
產出目標	1961	3549	3566	3566	3566	3568	19776	

附表 D-3、規模  $d=3$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標(續)

3-7	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	54	42	65	270	416	416	555	1818			
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	868	540	558	1158	1783	1783	1784	8474			
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	1736	1080	1115	2315	3566	3566	3568	16946			
3-8	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	39	42	64	84	202	416	416	555	1818		
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	627	540	549	540	866	1783	1783	1784	8472		
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	1254	1080	1098	1080	1732	3566	3566	3568	16944		
3-9	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	34	42	63	84	125	125	414	342	589	1818	
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	547	540	540	540	536	536	1775	1100	947	7061	
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1072	1072	3549	2199	1894	14119	
3-10	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	34	42	63	63	84	125	125	353	170	759	1818
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	547	540	540	540	540	536	536	1513	547	1220	7059
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1080	1072	1072	3026	1093	2440	14116

附表 D-4、規模  $d=4$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標

4-7	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	94	42	83	414	416	416	555	2020			
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	1511	540	712	1775	1783	1783	1784	9888			
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	3022	1080	1423	3549	3566	3566	3568	19774			
4-8	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	86	42	63	84	358	416	416	555	2020		
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	1383	540	540	540	1535	1783	1783	1784	9888		
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	2765	1080	1080	1080	3069	3566	3566	3568	19774		
4-9	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	34	42	63	84	125	125	396	170	981	2020	
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	547	540	540	540	536	536	1698	547	1577	7061	
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1072	1072	3395	1093	3154	14119	
4-10	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	34	42	63	63	84	125	125	233	168	1083	2020
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	547	540	540	540	540	536	536	999	540	1741	7059
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1080	1072	1072	1998	1080	3482	14117

附表 D-5、規模  $d=5$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標

5-7	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	38	138	208	416	416	416	555	2187			
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	611	1775	1783	1783	1783	1783	1784	11302			
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	Total			
	產出目標	1222	3549	3566	3566	3566	3566	3568	22603			
5-8	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	65	62	208	84	416	416	416	555	2222		
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	1045	798	1783	540	1783	1783	1783	1784	11299		
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	2090	1595	3566	1080	3566	3566	3566	3568	22597		
5-9	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	34	42	63	84	125	280	416	555	623	2222	
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	547	540	540	540	536	1200	1783	1784	1002	8472	
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1072	2400	3566	3568	2003	16942	
5-10	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	34	42	63	63	84	125	125	414	544	728	2222
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	547	540	540	540	540	536	536	1775	1749	1170	8473
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1080	1072	1072	3549	3498	2340	16944



附表 D-6、規模  $d=6$  於該產品種類數規劃下之各產品產出目標

6-8	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	35	125	208	253	416	416	416	555	2424		
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	563	1608	1783	1627	1783	1783	1783	1784	12714		
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total		
	產出目標	1125	3215	3566	3253	3566	3566	3566	3568	25425		
6-9	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	34	42	63	84	125	159	416	555	946	2424	
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
	產出目標	547	540	540	540	536	682	1783	1784	1521	8473	
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1072	1363	3566	3568	3041	16943	
6-10	陣列階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	34	42	63	63	84	125	125	381	397	1110	2424
	組立階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	547	540	540	540	540	536	536	1633	1277	1784	8473
	組裝階段製程											
	產品種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
	產出目標	1093	1080	1080	1080	1080	1072	1072	3266	2553	3568	16944

## 附錄 E、各生產組合情境方案之各階段製程各工作站機台數

附表 E-1、陣列階段製程之各工作站機台數

工作站	生產組合情境方案													
	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	3-6	3-7	3-8
W01	6	6	6	6	6	6	7	7	7	6	7	7	7	7
W02	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
W03	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
W04	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8
W05	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
W06	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
W07	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
W08	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
W09	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
W10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
W11	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3
W12	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
W13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
W14	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
W15	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
W16	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9
W17	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7
W18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
W19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

工作站	生產組合情境方案												
	3-9	3-10	4-7	4-8	4-9	4-10	5-7	5-8	5-9	5-10	6-8	6-9	6-10
W01	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10
W02	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
W03	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
W04	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10
W05	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10
W06	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
W07	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
W08	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
W09	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
W10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
W11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
W12	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
W13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
W14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
W15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
W16	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12
W17	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
W18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
W19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

附表 E-2、組立階段製程之各工作站機台數

工作站	生產組合情境方案													
	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	3-6	3-7	3-8
W01	5	4	4	4	3	4	4	4	5	3	4	5	5	5
W02	6	5	5	5	4	5	6	6	6	4	5	7	6	6
W03	10	8	8	8	7	8	10	10	10	7	8	11	10	10
W04	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	5	4	4
W05	11	10	9	10	8	9	11	11	11	8	10	13	11	11
W06	6	5	5	5	4	5	6	6	6	4	5	7	6	6
W07	27	23	23	23	18	21	26	26	27	18	23	31	27	27
W08	20	17	17	17	14	16	20	20	20	14	17	24	21	21
W09	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2
W10	14	12	12	12	9	11	14	13	14	9	12	16	14	14
W11	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3
W12	23	19	19	19	16	18	23	23	23	16	19	27	23	23
工作站	生產組合情境方案													
	3-9	3-10	4-7	4-8	4-9	4-10	5-7	5-8	5-9	5-10	6-8	6-9	6-10	
W01	4	4	5	5	4	4	6	6	5	5	7	5	5	
W02	5	5	7	7	5	5	8	8	6	6	9	6	6	
W03	8	8	11	11	8	8	13	13	10	10	15	10	10	
W04	4	4	5	5	4	4	6	6	4	4	6	4	4	
W05	10	10	13	13	10	10	15	15	11	11	17	11	11	
W06	5	5	7	7	5	5	8	8	6	6	9	6	6	
W07	23	23	31	31	23	23	36	36	27	27	40	27	27	
W08	17	17	24	24	17	17	27	27	21	21	30	21	21	
W09	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
W10	12	12	16	16	12	12	18	18	14	14	20	14	14	
W11	2	2	3	3	2	2	4	4	3	3	4	3	3	
W12	20	19	27	27	20	19	31	31	23	23	34	23	23	

附表 E-3、組裝階段製程之各工作站機台數

工作站	生產組合情境方案													
	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	3-6	3-7	3-8
W01	6	5	4	5	4	4	5	5	6	4	5	2	6	6
W02	6	5	5	5	4	5	6	6	6	4	5	2	6	6
W03	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	2	5	5
W04	5	4	4	4	3	4	5	5	5	3	4	2	5	5
W05	5	4	4	4	3	4	5	5	5	3	4	2	5	5
W06	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	1	4	4
W07	12	10	9	10	8	9	12	11	12	8	10	2	12	12
W08	5	4	4	4	3	4	5	4	5	3	4	2	5	5
W09	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	1	4	4

工作站	生產組合情境方案												
	3-9	3-10	4-7	4-8	4-9	4-10	5-7	5-8	5-9	5-10	6-8	6-9	6-10
W01	5	5	7	6	5	5	7	7	6	5	8	6	6
W02	5	5	7	7	5	5	8	8	6	6	9	6	6
W03	5	4	6	6	5	4	7	7	5	5	8	5	5
W04	4	4	6	6	4	4	6	6	5	4	7	5	5
W05	4	4	6	6	4	4	6	6	5	5	7	5	5
W06	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	6	4	4
W07	10	10	14	14	10	10	15	15	12	11	17	12	12
W08	4	4	5	5	4	4	6	6	5	4	7	5	5
W09	4	4	5	5	4	4	6	6	4	4	6	4	4

附錄 F、各生產組合情境方案之各階段製程之各期投料量\*

附表 F-1、規模  $d=1$  於各產品種類數之各階段製程之各期投料量(單位：lot)

1-6	陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P7	P8	P9	
		1	14	22	0	12	53	103	
		2	0	0	25	0	177	0	
		3	4	0	0	48	134	18	
		4	0	4	0	145	52	0	
		5	13	16	0	52	0	120	
		6	33	0	0	0	0	168	
	7	17	0	38	0	0	146		
	組立階段製程	期別	P1	P2	P4	P7	P8	P9	
		1	224	280	0	50	224	329	
		2	0	0	213	0	760	0	
		3	50	0	0	203	575	56	
		4	0	50	0	625	224	0	
		5	218	210	0	224	0	385	
		6	536	0	0	0	0	542	
	7	274	0	327	0	0	472		
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P4	P7	P8	P9	
		1	448	560	0	100	448	658	
		2	0	0	426	0	1520	0	
		3	100	0	0	406	1150	112	
		4	0	100	0	1250	448	0	
5		436	420	0	447	0	770		
6		1072	0	0	0	0	1084		
7	548	0	654	0	0	944			
1-7	陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
		1	0	37	16	0	39	24	98
		2	6	0	32	0	0	165	0
		3	24	0	0	24	0	105	51
		4	17	0	0	51	43	40	52
		5	21	0	0	50	0	50	78
		6	13	0	25	0	0	0	163
	7	0	5	0	0	50	32	113	
	組立階段製程	期別	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
		1	0	470	50	0	167	100	313
		2	93	0	273	0	0	705	0
		3	372	0	0	102	0	449	161
		4	267	0	0	217	182	173	167
		5	353	0	0	217	0	217	253
		6	217	0	217	0	0	0	525
	7	0	70	0	0	217	139	365	
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
		1	0	940	100	0	334	200	626
		2	186	0	546	0	0	1410	0
		3	744	0	0	204	0	898	322
		4	534	0	0	434	364	346	334
5		706	0	0	434	0	434	506	
6		434	0	434	0	0	0	1050	
7	0	140	0	0	434	278	730		

\*由於附錄 F 之資料過於龐大，因此本文僅附上規模  $d=1$  與  $d=2$  之資料。

附表 F-1、規模  $d=1$  於各產品種類數之各階段製程之各期投料量(單位：lot)(續)

1-8	陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
		1	4	18	46	0	0	0	0	137	
		2	0	17	0	0	51	16	120	0	
		3	14	0	0	0	12	0	158	20	
		4	14	0	0	34	62	43	0	49	
		5	7	0	0	0	0	52	88	53	
		6	9	0	0	42	0	14	50	85	
	7	13	7	17	8	0	0	0	154		
	組立階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
		1	51	224	386	0	0	0	0	438	
		2	0	217	0	0	217	65	512	0	
		3	216	0	0	0	50	0	673	64	
		4	217	0	0	217	269	185	0	158	
		5	120	0	0	0	0	224	381	171	
		6	160	0	0	267	0	62	217	274	
	7	217	99	154	56	0	0	0	496		
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
		1	102	448	772	0	0	0	0	876	
		2	0	434	0	0	434	130	1024	0	
		3	432	0	0	0	100	0	1346	128	
		4	434	0	0	434	538	370	0	316	
5		240	0	0	0	0	448	762	342		
6		320	0	0	534	0	124	434	548		
7	433	198	308	112	0	0	0	992			
1-9	陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	4	0	49	35	0	0	0	0	116
		2	0	0	7	0	0	13	103	0	81
		3	0	0	0	0	73	51	53	27	0
		4	0	17	0	25	52	0	0	46	63
		5	11	13	10	0	0	0	50	28	99
		6	6	5	0	24	0	11	0	67	86
	7	13	7	7	0	0	50	27	0	95	
	組立階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	50	0	415	224	0	0	0	0	186
		2	0	0	62	0	0	52	438	0	129
		3	0	0	0	0	312	217	224	85	0
		4	0	217	0	160	224	0	0	147	100
		5	176	160	0	0	0	0	218	91	160
		6	104	73	0	156	0	50	0	217	139
	7	217	90	63	0	0	217	119	0	154	
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	100	0	830	448	0	0	0	0	372
		2	0	0	124	0	0	104	876	0	258
		3	0	0	0	0	624	434	448	170	0
		4	0	434	0	320	448	0	0	294	200
5		352	320	0	0	0	0	436	182	320	
6		208	146	0	312	0	100	0	434	278	
7	433	180	126	0	0	434	238	0	308		



附表 F-1、規模  $d=1$  於各產品種類數之各階段製程之各期投料量(單位：lot)(續)

1-10	陣列階段製程	期別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	4	26	0	53	0	0	0	0	16	106
		2	9	0	26	0	23	0	51	0	56	39
		3	0	0	25	0	9	0	0	168	0	0
		4	4	0	12	0	0	47	24	117	0	0
		5	9	0	0	0	0	52	0	0	95	44
		6	13	16	0	0	0	0	50	50	0	70
	7	13	0	0	10	52	26	0	24	0	75	
	組立階段製程	期別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	61	323	0	449	0	0	0	0	50	169
		2	131	0	217	0	147	0	217	0	180	63
		3	0	0	217	0	58	0	0	719	0	0
		4	50	0	106	0	0	199	102	499	0	0
		5	160	0	0	0	0	224	0	0	307	71
		6	217	217	0	0	0	0	217	217	0	113
	7	217	0	0	91	335	113	0	104	0	121	
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	122	646	0	898	0	0	0	0	100	338
		2	262	0	434	0	294	0	434	0	360	126
		3	0	0	434	0	116	0	0	1438	0	0
		4	100	0	212	0	0	398	204	998	0	0
5		320	0	0	0	0	448	0	0	614	142	
6		434	434	0	0	0	0	434	434	0	226	
7	434	0	0	182	670	226	0	208	0	242		



附表 F-2、規模  $d=2$  於各產品種類數之各階段製程之各期投料量(單位：lot)

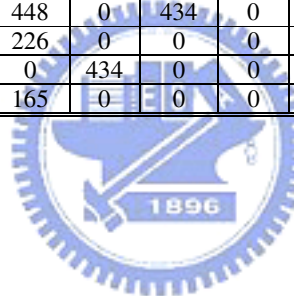
2-6	陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P7	P8	P9	
		1	10	22	9	53	53	88	
		2	0	4	0	12	185	31	
		3	14	16	0	200	0	0	
		4	14	0	25	52	101	38	
		5	27	0	0	99	52	52	
		6	3	0	42	0	14	170	
	7	43	0	0	0	11	176		
	組立階段製程	期別	P1	P2	P4	P7	P8	P9	
		1	154	274	70	224	224	280	
		2	0	50	0	50	790	100	
		3	218	216	0	860	0	0	
		4	217	0	217	224	434	124	
		5	441	0	0	425	224	167	
		6	61	0	365	0	61	547	
	7	693	0	0	0	50	566		
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P4	P7	P8	P9	
		1	308	548	140	448	448	560	
		2	0	100	0	100	1580	200	
		3	436	432	0	1720	0	0	
		4	434	0	434	448	868	248	
5		882	0	0	850	448	334		
6		122	0	729	0	122	1094		
7	1386	0	0	0	100	1132			
2-7	陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
		1	19	26	0	0	0	105	83
		2	0	16	44	51	0	103	17
		3	33	0	0	52	0	79	68
		4	27	0	0	0	152	29	23
		5	13	0	0	22	74	52	70
		6	6	0	6	0	52	37	129
	7	13	0	13	0	26	11	165	
	組立階段製程	期別	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
		1	294	323	0	0	0	449	266
		2	0	217	372	217	0	441	55
		3	525	0	0	224	0	336	217
		4	441	0	0	0	651	123	73
		5	217	0	0	95	316	224	223
		6	90	0	50	0	224	160	417
	7	217	0	118	0	112	50	533	
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
		1	588	646	0	0	0	898	532
		2	0	434	744	434	0	882	110
		3	1050	0	0	448	0	672	434
		4	882	0	0	0	1302	246	146
5		434	0	0	190	632	448	446	
6		180	0	100	0	448	320	834	
7	434	0	236	0	224	100	1066		

附表 F-2、規模  $d=2$  於各產品種類數之各階段製程之各期投料量(單位：lot)(續)

2-8	陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
		1	7	26	13	17	0	38	65	68	
		2	0	0	0	34	0	0	197	0	
		3	28	5	0	0	51	0	101	49	
		4	28	0	0	0	51	68	42	42	
		5	29	0	18	0	0	64	11	108	
		6	13	11	32	33	0	0	0	139	
	7	6	0	0	0	23	50	0	149		
	組立階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
		1	111	334	106	106	0	161	274	217	
		2	0	0	0	217	0	0	845	0	
		3	435	52	0	0	217	0	433	155	
		4	449	0	0	0	217	291	181	136	
		5	455	0	160	0	0	274	50	348	
		6	224	154	274	217	0	0	0	447	
	7	110	0	0	0	102	217	0	481		
	組裝階段製程 陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
		1	222	668	212	212	0	322	548	434	
		2	0	0	0	434	0	0	1690	0	
		3	870	104	0	0	434	0	866	310	
		4	898	0	0	0	434	582	362	272	
5		910	0	320	0	0	548	100	696		
6		448	308	548	434	0	0	0	894		
7	220	0	0	0	204	434	0	962			
2-9	陣列階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	4	13	24	0	0	36	15	0	142
		2	0	0	0	34	51	89	0	0	37
		3	0	0	26	9	0	0	51	51	96
		4	17	0	0	25	37	0	0	0	153
		5	0	17	5	0	37	0	0	31	139
		6	0	0	8	16	0	0	18	85	101
	7	13	12	0	0	0	0	41	0	162	
	組立階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	63	156	201	0	0	153	61	0	228
		2	0	0	0	217	217	383	0	0	58
		3	0	0	217	55	0	0	217	162	154
		4	267	0	0	160	159	0	0	0	245
		5	0	217	50	0	160	0	0	101	224
		6	0	0	72	108	0	0	80	274	163
	7	217	167	0	0	0	0	178	0	262	
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	126	312	402	0	0	306	122	0	456
		2	0	0	0	434	434	766	0	0	116
		3	0	0	434	110	0	0	434	324	308
		4	534	0	0	320	318	0	0	0	490
5		0	434	100	0	320	0	0	202	448	
6		0	0	144	216	0	0	160	548	326	
7	433	334	0	0	0	0	356	0	524		

附表 F-2、規模  $d=2$  於各產品種類數之各階段製程之各期投料量(單位：lot)(續)

2-10	陣列階段製程	期別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	0	26	9	38	17	0	0	0	19	125
		2	0	0	0	26	0	0	0	152	0	54
		3	8	0	29	0	0	26	36	82	0	51
		4	14	0	25	0	0	51	0	0	109	32
		5	7	0	0	0	0	37	0	52	31	104
		6	0	16	0	0	34	0	89	0	59	31
	7	5	0	0	0	33	11	0	130	49	0	
	組立階段製程	期別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	0	323	72	323	106	0	0	0	61	200
		2	0	0	0	217	0	0	0	651	0	86
		3	127	0	251	0	0	108	152	350	0	83
		4	224	0	217	0	0	217	0	0	349	52
		5	113	0	0	0	0	161	0	222	97	168
		6	0	217	0	0	217	0	384	0	192	50
	7	83	0	0	0	217	50	0	560	160	0	
	組裝階段製程	期別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
		1	0	646	144	646	212	0	0	0	122	400
		2	0	0	0	434	0	0	0	1302	0	172
		3	254	0	502	0	0	216	304	700	0	166
		4	448	0	434	0	0	434	0	0	698	104
5		226	0	0	0	0	322	0	444	194	336	
6		0	434	0	0	434	0	768	0	384	99	
7	165	0	0	0	434	100	0	1120	319	0		



附錄 G、各生產組合情境方案於組立階段製程瓶頸工作站產能配置\*

附表 G-1、生產組合情境  $d-s=1-6$  於組立階段製程之瓶頸工作站產能配置

	第一期						第二期						
瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9
1	0	225	0	0	0	0	1	0	0	0	0	218	0
2	0	55	0	50	0	105	2	0	0	0	0	217	0
3	0	0	0	0	224	0	3	0	0	0	0	108	0
4	0	0	0	0	0	224	4	0	0	0	0	217	0
5	224	0	0	0	0	0	5	0	0	213	0	0	0
	第三期						第四期						
瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9
1	0	0	0	0	225	0	1	0	0	0	0	224	0
2	0	0	0	0	76	0	2	0	50	0	160	0	0
3	0	0	0	0	224	0	3	0	0	0	217	0	0
4	50	0	0	102	50	0	4	0	0	0	198	0	0
5	0	0	0	101	0	56	5	0	0	0	50	0	0
	第五期						第六期						
瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9
1	217	0	0	0	0	0	1	102	0	0	0	0	94
2	0	210	0	0	0	0	2	217	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	168	3	0	0	0	0	0	224
4	0	0	0	0	0	217	4	0	0	0	0	0	224
5	0	0	0	224	0	0	5	217	0	0	0	0	0
	第七期												
瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9							
1	0	0	160	0	0	50							
2	224	0	0	0	0	0							
3	0	0	0	0	0	198							
4	0	0	0	0	0	224							
5	50	0	167	0	0	0							

(單位：卡匣)

\* 由於附錄 G 之資料過於龐大，因此本文僅附上生產組合情境方案  $d-s=1-6$ ~ $d-s=1-10$  之資料。

附表 G-4、生產組合情境  $d-s=1-7$  於組立階段製程之瓶頸工作站產能配置

	第一期								第二期						
瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
1	0	117	0	0	0	100	0	1	0	0	0	0	0	217	0
2	0	0	0	0	0	0	225	2	0	0	0	0	0	217	0
3	0	0	50	0	167	0	0	3	0	0	0	0	0	217	0
4	0	224	0	0	0	0	0	4	93	0	56	0	0	54	0
5	0	129	0	0	0	0	88	5	0	0	217	0	0	0	0
	第三期								第四期						
瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
3	217	0	0	0	0	0	0	1	50	0	0	0	0	0	167
1	0	0	0	0	0	225	0	2	0	0	0	0	182	0	0
2	0	0	0	0	0	224	0	3	0	0	0	217	0	0	0
4	155	0	0	0	0	0	53	4	0	0	0	0	0	173	0
5	0	0	0	102	0	0	108	5	217	0	0	0	0	0	0
	第五期								第六期						
瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9
1	0	0	0	0	0	217	0	1	217	0	0	0	0	0	0
2	217	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	217
3	136	0	0	0	0	0	74	3	0	0	0	0	0	0	217
4	0	0	0	217	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	91
5	0	0	0	0	0	0	179	5	0	0	217	0	0	0	0
	第七期														
瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9								
1	0	0	0	0	0	0	217								
2	0	0	0	0	0	0	98								
3	0	0	0	0	0	0	50								
4	0	0	0	0	217	0	0								
5	0	70	0	0	0	139	0								

(單位：卡匣)



附表 G-3、生產組合情境  $d-s=1-8$  於組立階段製程之瓶頸工作站產能配置

	第一期									第二期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	0	0	53	0	0	0	0	164	1	0	217	0	0	0	0	0	0
2	0	224	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	65	145	0
3	51	0	109	0	0	0	0	50	3	0	0	0	0	0	0	150	0
4	0	0	224	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	217	0
5	0	0	0	0	0	0	0	224	5	0	0	0	0	217	0	0	0
	第三期									第四期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	216	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	217	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	225	0	2	217	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	224	0	3	0	0	0	0	0	185	0	0
4	0	0	0	0	0	0	224	0	4	0	0	0	0	217	0	0	0
5	0	0	0	0	50	0	0	64	5	0	0	0	0	52	0	0	158
	第五期									第六期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	120	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	217	0
2	0	0	0	0	0	0	0	171	2	0	0	0	0	0	0	0	224
3	0	0	0	0	0	224	0	0	3	160	0	0	50	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	217	0	4	0	0	0	0	0	62	0	50
5	0	0	0	0	0	0	164	0	5	0	0	0	217	0	0	0	0
	第七期																
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9									
1	217	0	0	0	0	0	0	0									
2	0	0	0	0	0	0	0	225									
3	0	0	154	56	0	0	0	0									
4	0	0	0	0	0	0	0	221									
5	0	99	0	0	0	0	0	50									

(單位：卡匣)

附表 G-5、生產組合情境  $d-s=1-9$  於組立階段製程之瓶頸工作站產能配置

		第一期										第二期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	0	0	0	224	0	0	0	0	0	1	0	0	62	0	0	0	61	0	79
2	50	0	50	0	0	0	0	0	110	2	0	0	0	0	0	0	160	0	50
3	0	0	141	0	0	0	0	0	76	3	0	0	0	0	0	52	0	0	0
4	0	0	224	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	217	0	0
		第三期										第四期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	0	0	0	0	0	217	0	0	0	1	0	217	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	217	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	147	50
3	0	0	0	0	95	0	0	85	0	3	0	0	0	0	224	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	224	0	0	4	0	0	0	160	0	0	0	0	50
		第五期										第六期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	0	0	0	0	0	0	0	91	110	1	54	0	0	156	0	0	0	0	0
2	176	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	73	0	0	0	0	0	0	89
3	0	160	0	0	0	0	0	0	50	3	0	0	0	0	0	0	0	217	0
4	0	0	0	0	0	0	218	0	0	4	50	0	0	0	0	50	0	0	50
		第七期																	
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10										
1	0	90	0	0	0	0	119	0	0										
2	0	0	63	0	0	0	0	0	154										
3	217	0	0	0	0	0	0	0	0										
4	0	0	0	0	0	217	0	0	0										

(單位：卡匣)

附錄 H、各生產組合情境方案於組裝階段製程瓶頸工作站產能配置\*

附表 H-1、生產組合情境  $d-s=1-6$  於組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置

		第一期							第二期					
瓶頸機台		P1	P2	P4	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9
1		0	373	0	100	50	57	1	0	0	0	0	600	0
2		0	187	0	0	398	0	2	0	0	0	0	601	0
3		448	0	0	0	0	0	3	0	0	318	0	269	0
4		0	0	0	0	0	601	4	0	0	108	0	50	0
		第三期							第四期					
瓶頸機台		P1	P2	P4	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9
1		0	0	0	0	601	0	1	0	0	0	195	398	0
2		0	0	0	94	499	0	2	0	0	0	601	0	0
3		0	0	0	312	0	112	3	0	0	0	454	0	0
4		100	0	0	0	50	0	4	0	100	0	0	50	0
		第五期							第六期					
瓶頸機台		P1	P2	P4	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P7	P8	P9
1		357	230	0	0	0	0	1	49	0	0	0	0	544
2		79	0	0	0	0	233	2	601	0	0	0	0	0
3		0	140	0	447	0	0	3	97	0	0	0	0	490
4		0	50	0	0	0	537	4	325	0	0	0	0	50
		第七期												
瓶頸機台		P1	P2	P4	P7	P8	P9							
1		0	0	187	0	0	400							
2		120	0	467	0	0	0							
3		378	0	0	0	0	0							
4		50	0	0	0	0	544							

(單位：卡匣)

\*由於附錄 H 之資料過於龐大，因此本文僅附上生產組合情境方案  $d-s=1-6$ ~ $d-s=1-10$  之資料。

附表 H-2、生產組合情境  $d-s=1-7$  於組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置

	第一期									第二期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9		瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	
1	0	57	100	0	334	0	89		1	50	0	0	0	0	537	0	
2	0	601	0	0	0	0	0		2	50	0	0	0	0	537	0	
3	0	282	0	0	0	150	0		3	0	0	251	0	0	336	0	
4	0	0	0	0	0	50	537		4	86	0	295	0	0	0	0	
	第三期									第四期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9		瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	
1	0	0	0	0	0	297	272		1	0	0	0	0	0	296	284	
2	0	0	0	0	0	601	0		2	96	0	0	434	0	50	0	
3	433	0	0	154	0	0	0		3	438	0	0	0	0	0	0	
4	311	0	0	50	0	0	50		4	0	0	0	0	364	0	50	
	第五期									第六期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9		瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9	
1	0	0	0	291	0	296	0		1	0	0	74	0	0	0	513	
2	0	0	0	0	0	138	456		2	0	0	50	0	0	0	537	
3	444	0	0	143	0	0	0		3	284	0	310	0	0	0	0	
4	262	0	0	0	0	0	50		4	150	0	0	0	0	0	0	
	第七期																
瓶頸機台	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9										
1	0	0	0	0	173	278	129										
2	0	0	0	0	0	0	601										
3	0	90	0	0	211	0	0										
4	0	50	0	0	50	0	0										

(單位：卡匣)

附表 H-3、生產組合情境  $d-s=1-8$  於組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置

		第一期										第二期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
1	0	0	0	0	0	0	0	601	1	0	0	0	0	50	0	537	0		
2	0	0	235	0	0	0	0	275	2	0	0	0	0	63	130	387	0		
3	0	50	537	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	321	0	50	0		
4	102	398	0	0	0	0	0	0	4	0	434	0	0	0	0	50	0		
		第三期										第四期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
1	432	0	0	0	100	0	0	0	1	0	0	0	434	0	0	0	153		
2	0	0	0	0	0	0	145	128	2	0	0	0	0	488	0	0	50		
3	0	0	0	0	0	0	601	0	3	434	0	0	0	50	0	0	0		
4	0	0	0	0	0	0	601	0	4	0	0	0	0	0	370	0	113		
		第五期										第六期							
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
1	0	0	0	0	0	0	537	50	1	0	0	0	534	0	53	0	0		
2	0	0	0	0	0	113	225	242	2	160	0	0	0	0	0	434	0		
3	240	0	0	0	0	335	0	0	3	160	0	0	0	0	0	0	50		
4	0	0	0	0	0	0	0	50	4	0	0	0	0	0	71	0	498		
		第七期																	
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9											
1	0	0	0	50	0	0	0	544											
2	0	0	139	0	0	0	0	448											
3	220	198	169	0	0	0	0	0											
4	213	0	0	62	0	0	0	0											

(單位：卡匣)

附表 H-4、生產組合情境  $d-s=1-9$  於組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置

	第一期											第二期									
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	0	0	0	224	0	0	0	0	0	1	0	0	62	0	0	0	61	0	79		
2	50	0	50	0	0	0	0	0	110	2	0	0	0	0	0	0	160	0	50		
3	0	0	141	0	0	0	0	0	76	3	0	0	0	0	0	52	0	0	0		
4	0	0	224	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	217	0	0		
	第三期											第四期									
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	0	0	0	0	0	217	0	0	0	1	0	217	0	0	0	0	0	0	0		
2	0	0	0	0	217	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	147	50		
3	0	0	0	0	95	0	0	85	0	3	0	0	0	0	224	0	0	0	0		
4	0	0	0	0	0	0	224	0	0	4	0	0	0	160	0	0	0	0	50		
	第五期											第六期									
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	0	0	0	0	0	0	0	91	110	1	54	0	0	156	0	0	0	0	0		
2	176	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	73	0	0	0	0	0	0	89		
3	0	160	0	0	0	0	0	0	50	3	0	0	0	0	0	0	0	217	0		
4	0	0	0	0	0	0	218	0	0	4	50	0	0	0	0	50	0	0	50		
	第七期																				
瓶頸機台	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10												
1	0	90	0	0	0	0	119	0	0												
2	0	0	63	0	0	0	0	0	154												
3	217	0	0	0	0	0	0	0	0												
4	0	0	0	0	0	217	0	0	0												

(單位：卡匣)

附表 H-5、生產組合情境  $d-s=1-10$  於組裝階段製程之瓶頸工作站產能配置

		第一期												第二期									
瓶頸機台	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	0	0	0	149	0	0	0	0	100	338	1	0	0	0	0	153	0	434	0	0	0		
2	0	0	0	601	0	0	0	0	0	0	2	0	0	434	0	141	0	0	0	0	0		
3	0	445	0	148	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	360	126		
4	122	201	0	0	0	0	0	0	0	0	4	262	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		第三期												第四期									
瓶頸機台	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	0	0	50	0	0	0	0	364	0	0	1	0	0	50	0	0	326	204	0	0	0		
2	0	0	50	0	0	0	0	537	0	0	2	0	0	162	0	0	72	0	0	0	0		
3	0	0	50	0	0	0	0	537	0	0	3	50	0	0	0	0	0	0	461	0	0		
4	0	0	284	0	116	0	0	0	0	0	4	50	0	0	0	0	0	0	537	0	0		
		第五期												第六期									
瓶頸機台	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	瓶頸機台	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	475	92	1	0	0	0	0	0	0	0	361	0	226		
2	0	0	0	0	0	448	0	0	139	0	2	277	231	0	0	0	0	0	73	0	0		
3	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	157	0	0	0	0	0	50	0	0	0		
4	50	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	0	203	0	0	0	0	384	0	0	0		
		第七期																					
瓶頸機台	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10													
1	0	0	0	0	0	130	0	208	0	242													
2	0	0	0	0	491	96	0	0	0	0													
3	270	0	0	182	129	0	0	0	0	0													
4	164	0	0	0	50	0	0	0	0	0													

(單位：卡匣)



附錄 I、各生產組合情境方案於陣列階段製程之投料間隔時間\*

附表 I-1、規模  $d=1$  於各產品種類數下之陣列階段製程之投料間隔時間(單位：秒)

1-6	期別	P1	P2	P4	P7	P8	P9				
	1	24686	15710	0	28800	6521	3356				
	2	0	0	13824	0	1953	0				
	3	86400	0	0	7200	2580	19200				
	4	0	86400	0	2384	6647	0				
	5	26585	21600	0	6647	0	2880				
	6	10473	0	0	0	0	2058				
7	20330	0	9095	0	0	2368					
1-7	期別	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9			
	1	0	9341	57600	0	8862	14400	3527			
	2	57600	0	10800	0	0	2095	0			
	3	14400	0	0	14400	0	3292	6777			
	4	20330	0	0	6777	8038	8640	6647			
	5	16458	0	0	6912	0	6912	4431			
	6	26585	0	13824	0	0	0	2121			
7	0	69120	0	0	6912	10800	3059				
1-8	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
	1	86400	19200	7514	0	0	0	0	2523		
	2	0	20330	0	0	6777	21600	2880	0		
	3	24686	0	0	0	28800	0	2188	17280		
	4	24686	0	0	10165	5575	8038	0	7054		
	5	49372	0	0	0	0	6647	3928	6521		
	6	38400	0	0	8229	0	24686	6912	4066		
7	26585	49372	20330	43200	0	0	0	2245			
1-9	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	1	86400	0	7054	9875	0	0	0	0	2980	
	2	0	0	49372	0	0	26585	3356	0	4267	
	3	0	0	0	0	4735	6777	6521	12800	0	
	4	0	20330	0	13824	6647	0	0	7514	5486	
	5	31419	26585	0	0	0	0	6912	12343	3491	
	6	57600	69120	0	14400	0	31419	0	5159	4019	
7	26585	49372	49372	0	0	6912	12800	0	3638		
1-10	期別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
	1	86400	13293	0	6521	0	0	0	0	21600	3261
	2	38400	0	13293	0	15027	0	6777	0	6172	8862
	3	0	0	13824	0	38400	0	0	2058	0	0
	4	86400	0	28800	0	0	7354	14400	2954	0	0
	5	38400	0	0	0	0	6647	0	0	3638	7855
	6	26585	21600	0	0	0	0	6912	6912	0	4938
7	26585	0	0	34560	6647	13293	0	14400	0	4608	

\*由於附錄 I 之資料過於龐大，因此本文僅附上生產組合情境方案  $d-s=1-6$ ~ $d-s=2-10$  之資料。

附表 I-2、規模  $d=2$  於各產品種類數下之陣列階段製程之投料間隔時間(單位：秒)

2-6	期別	P1	P2	P4	P7	P8	P9				
	1	34560	15710	38400	6521	6521	3928				
	2	0	86400	0	28800	1869	11149				
	3	24686	21600	0	1728	0	0				
	4	24686	0	13824	6647	3422	9095				
	5	12800	0	0	3491	6647	6647				
	6	115200	0	8229	0	24686	2033				
	7	8038	0	0	0	31419	1964				
2-7	期別	P1	P2	P4	P6	P7	P8	P9			
	1	18190	13293	0	0	0	3292	4164			
	2	0	21600	7855	6777	0	3356	20330			
	3	10473	0	0	6647	0	4375	5083			
	4	12800	0	0	0	2274	11918	15027			
	5	26585	0	0	15710	4671	6647	4938			
	6	57600	0	57600	0	6647	9341	2680			
	7	26585	0	26585	0	13293	31419	2095			
2-8	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
	1	49372	13293	26585	20330	0	9095	5317	5083		
	2	0	0	0	10165	0	0	1755	0		
	3	12343	69120	0	0	6777	0	3422	7054		
	4	12343	0	0	0	6777	5083	8229	8229		
	5	11918	0	19200	0	0	5400	31419	3200		
	6	26585	31419	10800	10473	0	0	0	2487		
	7	57600	0	0	0	15027	6912	0	2320		
2-9	期別	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	1	86400	26585	14400	0	0	9600	23040	0	2434	
	2	0	0	0	10165	6777	3884	0	0	9341	
	3	0	0	13293	38400	0	0	6777	6777	3600	
	4	20330	0	0	13824	9341	0	0	0	2259	
	5	0	20330	69120	0	9341	0	0	11149	2487	
	6	0	0	43200	21600	0	0	19200	4066	3422	
	7	26585	28800	0	0	0	0	8430	0	2134	
2-10	期別	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
	1	0	13293	38400	9095	20330	0	0	0	18190	2765
	2	0	0	0	13293	0	0	0	2274	0	6400
	3	43200	0	11918	0	0	13293	9600	4215	0	6777
	4	24686	0	13824	0	0	6777	0	0	3171	10800
	5	49372	0	0	0	0	9341	0	6647	11149	3324
	6	0	21600	0	0	10165	0	3884	0	5858	11149
	7	69120	0	0	0	10473	31419	0	2659	7054	0

附錄 J、各生產組合情境方案於組立階段製程之投料間隔時間與順序\*

附表 J-1、生產組合情境方案  $d-s=1-6$  於組立階段製程之投料間隔時間與順序

期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
1	1	1536	P2	2	1	1586	P8
	2	1646	P2→P9→P7		2	1593	P8
	3	1543	P8		3	3200	P8
	4	1543	P9		4	1593	P8
	5	1543	P1		5	1623	P4
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
3	1	1536	P8	4	1	1543	P8
	2	4548	P8		2	1646	P2→P7
	3	1543	P8		3	1593	P7
	4	1711	P1→P7→P8		4	1746	P7
	5	2202	P7P9		5	6912	P7
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
5	1	1593	P1	6	1	1764	P9→P1
	2	1646	P2		2	1593	P1
	3	2058	P9		3	1543	P9
	4	1593	P9		4	1543	P9
	5	1543	P7		5	1593	P1
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序				
7	1	1646	P4→P9				
	2	1543	P1				
	3	1746	P9				
	4	1543	P9				
	5	1593	P1→P4				

\*由於附錄 J 之資料過於龐大，因此本文僅附上生產組合情境方案  $d-s=1-6$ ~ $d-s=1-8$  之資料。

附表 J-2、生產組合情境方案  $d-s=1-7$  於組立階段製程之投料間隔時間與順序

期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
1	1	1593	P8→P2	2	1	1593	P8
	2	1536	P9		2	1593	P8
	3	1593	P7→P4		3	1593	P8
	4	1543	P2		4	1703	P8→P1→P4
	5	1593	P9→P2		5	1593	P4
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
3	1	1593	P1	4	1	1593	P1→P9
	2	1536	P8		2	1899	P7
	3	1543	P8		3	1593	P6
	4	1662	P1→P9		4	1998	P8
	5	1646	P9→P6		5	1593	P1
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
5	1	1593	P8	6	1	1593	P1
	2	1593	P1		2	1593	P9
	3	1646	P9→P1		3	1593	P9
	4	1593	P6		4	3798	P9
	5	1931	P9		5	1593	P4
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序				
7	1	1593	P9				
	2	3527	P9				
	3	6912	P9				
	4	1593	P7				
	5	1654	P2→P8				

附表 J-3、生產組合情境方案  $d-s=1-8$  於組立階段製程之投料間隔時間與順序

期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
1	1	1593	P9→P4	2	1	1593	P2
	2	1543	P2		2	1646	P7→P8
	3	1646	P1→P9→P4		3	2304	P8
	4	1543	P4		4	1593	P8
	5	1543	P9		5	1593	P6
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
3	1	1600	P1	4	1	1593	P5
	2	1536	P8		2	1593	P1
	3	1543	P8		3	1869	P7
	4	1543	P8		4	1593	P6
	5	3032	P9→P6		5	1646	P9→P6
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
5	1	2880	P1	6	1	1593	P8
	2	2022	P9		2	1543	P9
	3	1543	P7		3	1646	P5→P1
	4	1593	P8		4	3086	P7→P9
	5	2108	P8		5	1593	P5
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序				
7	1	1593	P1				
	2	1536	P9				
	3	1646	P4→P5				
	4	1564	P9				
	5	2320	P2→P9				

附錄 K、各生產組合情境方案於組裝階段製程之投料間隔時間與順序\*

附表 K-1、生產組合情境方案  $d-s=1-6$  於組裝階段製程之投料間隔時間與順序

期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
1	1	596	P2P7P9P8	2	1	576	P8
	2	591	P2P8		2	576	P8
	3	772	P1		3	589	P8P4
	4	576	P9		4	2188	P4P8
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
3	1	576	P8	4	1	583	P8P7
	2	583	P8P7		2	576	P7
	3	816	P9P7		3	762	P7
	4	2304	P1P8		4	2304	P8P2
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
5	1	589	P2P1	6	1	583	P1P9
	2	1108	P9P1		2	576	P1
	3	589	P2P7		3	589	P9P1
	4	589	P2P9		4	922	P9P1
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序				
7	1	589	P9P4				
	2	589	P4P1				
	3	915	P1				
	4	582	P1P9				

\*由於附錄 K 之資料過於龐大，因此本文僅附上生產組合情境方案  $d-s=1-6$ ~ $d-s=1-8$  之資料。

附表 K-2、生產組合情境方案  $d-s=1-7$  於組裝階段製程之投料間隔時間與順序

期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
1	1	596	P2→P7→P→9P4	2	1	589	P1→P8
	2	576	P2		2	589	P1→P8
	3	800	P8→P2		3	589	P4→P8
	4	589	P8→P9		4	908	P4→P1
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
3	1	608	P9→P8	4	1	596	8→9
	2	576	P8		2	596	P1→P6→P8
	3	589	P6→P1		3	790	P1
	4	841	P6→P1→P9		4	835	P7→P9
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
5	1	589	P6→P8	6	1	589	P9→P4
	2	582	P8→P9		2	589	P4→P9
	3	589	P6→P1		3	582	P1→P4
	4	1108	P9→P1		4	2304	P1
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序				
7	1	596	P9→P8→P7				
	2	576	P9				
	3	1149	P2→P7				
	4	3456	P7→P2				



附表 K-3、生產組合情境方案  $d-s=1-8$  於組裝階段製程之投料間隔時間與順序

期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
1	1	576	P9	2	1	589	P6→P8
	2	678	P4→P9		2	596	P6→P7→P8
	3	589	P4→P2		3	932	P6→P8
	4	692	P2→P1		4	715	P2→P8
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
3	1	650	P1→P6	4	1	589	P5→P9
	2	1266	P8→P9		2	643	P9→P6
	3	576	P8		3	715	P1→P6
	4	576	P8		4	716	P7→P9
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序	期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序
5	1	589	P8→P9	6	1	589	P7→P5
	2	596	P9→P7→P8		2	582	P8→P1
	3	602	P1→P7		3	1646	P9→P1
	4	6912	P9		4	608	P9→P7
期別	暫存區	投料間隔時間(秒)	投料順序				
7	1	582	P5→P9				
	2	589	P4→P9				
	3	589	P1→P2→P4				
	4	1257	P1→P5				