

國立交通大學

管理學院(工業工程與管理學程)碩士班

碩士論文

S-DBR 應用於具迴流特性製造業之可行性研究

**A Feasibility Research on the S-DBR Applied to Manufacturing with
Reentrant Flow**



研究 生：王傳順

指導教授：李榮貴 博士

中華民國九十六年十二月

S-DBR 應用於具迴流特性製造業之可行性研究

研究 生：王傳順

Student: Chuan-Shun Wang

指導教授：李榮貴 博士

Advisor: Rong-Kwei Li

國立交通大學

管理學院(工業工程與管理學程)碩士班

碩士論文

A Thesis

Submitted to Degree Program of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

in

Industrial Engineering and Management

December 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年十二月

S-DBR 應用於具迴流特性製造業之可行性研究

研究生：王傳順

指導教授：李榮貴 博士

管理學院(工業工程與管理學程)碩士班

摘要

限制驅導式排程與管理技術已成功應用在許多的產業上，針對以市場需求作為主要瓶頸的簡化型限制驅導式排程法 (Simplified Drum-Buffer-Rope, S-DBR)，目前已知可適用於生產型態沒有迴流的工廠。本研究想要討論的問題是，S-DBR 的理論與做法對於迴流的生產環境，其交期控制架構是否能有效控制訂單的交期。本研究提出個案公司實務作法與簡化型限制驅導式排程法的差異比較，同時討論導入 S-DBR 可能產生的後遺症，提出相對應的解決方案，進而發展晶圓製造業迴流製程環境中導入 S-DBR 的做法。經由 Job Shop 遊戲之模擬驗證，可以發現在迴流的製造程序中，S-DBR 的做法能夠確保良好的產品達交率以及良好的生產週期績效。另一方面也發現，業界可朝向縮短生產週期時間的方向來提昇公司的競爭力，同時產出並不會減少，產品達交率仍可維持 100%。本論文同時也比較關鍵比值法與緩衝狀態法兩個派工方法應用在 S-DBR 的差異，其中緩衝狀態法在生產週期時間的績效方面明顯優於關鍵比值法，其他方面如產品達交率與瓶頸利用率，兩者之間並無明顯差異。

關鍵詞：簡化型限制驅導式排程法，限制理論，交期管理，達交率，迴流製程

A Feasibility Research on the S-DBR Applied to Manufacturing with Reentrant Flow

Student: Chuan-Shun Wang

Advisor: Rong-Kwei Li

Degree Program of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

Abstract

The methodology of TOC Drum-Buffer-Rope (DBR) has proved its practicality by increasing successful implementations. In reentrant production environments, however, there are few discussions about the implementation of Simplified Drum-Buffer-Rope (S-DBR). The purpose of this research is to verify the feasibility of S-DBR applied to manufacturing with reentrant flow. Additionally it also discussed the potential side effects with implementing S-DBR in the wafer Fab and issued the relative solutions. It would like be known if the S-DBR methodology is effective in due date performance, bottleneck utilization and cycle time performance. Through multiple and random experiments, feasibility and excellent due-date performance are verified by using Job-Shop simulation model. Besides, simulation results showed that buffer status would be more preferable than critical ratio (CR) due to its better cycle time performance on choosing dispatching rules.

Keywords: Simplified Drum-Buffer-Rope (S-DBR), TOC, Due-date Management, Due-date Performance, Reentrant Flow

誌 謝

感謝我的指導教授 李榮貴博士在我論文寫作期間細心與耐心的指導，不斷地督促我思考實務面存在的問題，參考各種管理理論去尋找解決辦法，循循善誘引導出論文寫作的方向。感謝口試委員 蔡志弘教授、張盛鴻教授對本論文架構與格式的指導，並針對內容提供很多的建議與寶貴意見，使得這篇論文得以順利完成。另外，感謝修業這段期間班上同學 黃新枝與李志鵬的陪伴與鼓勵；張玉曼與曾漢鍾同學在論文上給予的建議與協助，你們讓我的學習過程充滿歡樂並獲益良多。感謝我的女友 佩弦犧牲假期，陪我在圖書館裡度過一個又一個忙碌的週末；最後感謝家人在修業期間的包容與支持。畢業也代表人生將邁入另外一個新的階段，期勉自己能珍惜身邊每一份得來不易的福分，持續充實自己，把握未來的機會與挑戰，求知若飢，虛心若愚 (Stay hungry, stay foolish)。

王傳順 謹誌
中華民國九十六年 12 月



目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌 謝	iii
目 錄	iv
表目錄	v
圖目錄	vi
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 研究架構	3
第二章 文獻探討	4
2.1 限制理論的簡介.....	4
2.2 限制驅導式排程方法簡介.....	4
2.3 簡化型限制驅導式排程方法 S-DBR.....	9
第三章 研究方法	14
3.1 個案公司訂單管理作業流程.....	14
3.2 個案公司現行做法與 S-DBR 之比較.....	17
3.3 建構導入 S-DBR 的執行做法	19
第四章 效果驗證與分析	30
4.1 模擬背景描述.....	30
4.2 S-DBR 有效性驗證.....	32
4.3 SHIPPING BUFFER 長短對生產績效之影響評估	36
4.4 派貨方式比較及影響評估.....	39
第五章 結論與建議.....	45
5.1 結論	45
5.2 未來研究方向	46
參考文獻.....	47
附錄	48
【1】單次模擬之各產品工單	48
【2】三十組隨機訂單列表	52
【3】DESIGN EXPERT 檢定結果	82
【4】S-DBR 有效性驗證—單一無迴流製程環境.....	85

表目錄

表 3-1 S-DBR 與 U 公司交期管理作業比較表	19
表 3-2 產品之生產週期時間表	24
表 3-3 S-DBR 潛在後遺症	24
表 3-4 緩衝狀態法派工順序示意表.....	26
表 3-5 產品之生產緩衝時間表	27
表 3-6 潛在後遺症因應方案摘要表.....	27
表 4-1 產品基本資料表	30
表 4-2 隨機取樣訂單順序(一).....	31
表 4-3 產品之生產緩衝表	31
表 4-4 單次模擬產出總表	32
表 4-5 單次模擬之工作站負載表	32
表 4-6 單次模擬之產品生產週期時間表	33
表 4-7 30 次模擬產出數量	34
表 4-8 30 次模擬之工作站負載表	35
表 4-9 30 次模擬之各產品生產週期時間	36
表 4-10 不同 SHIPPING BUFFER 之產品達交狀況1896	37
表 4-11 不同 SHIPPING BUFFER 之工作站負載表	38
表 4-12 不同 SHIPPING BUFFER 之產品生產週期時間	39
表 4-13 不同派工法則之產出比較	40
表 4-14 不同派工法則之工作站負載比較	41
表 4-15 不同派工法則之產品生產週期時間比較	42
表 5-1 S-DBR 效果驗證摘要表.....	45

圖目錄

圖 1-1 晶圓製造產業產能利用率統計趨勢圖【9】	1
圖 1-2 產能分配衝突圖	2
圖 1-3 產能分配 INJECTION 示意圖	2
圖 1-4 論文研究架構圖	3
圖 1-5 研究方法架構圖	3
圖 2-1 限制驅導式排程法示意圖	6
圖 2-2 緩衝管理三區圖	8
圖 2-3 已規劃負載示意圖【12】	9
圖 2-4 交貨日示意圖【12】	10
圖 2-5 投入日示意圖（一）【12】	10
圖 2-6 投入日示意圖（二）【12】	11
圖 2-7 生產緩衝示意圖【12】	12
圖 2-8 預留產能示意圖【12】	12
圖 2-9 訂單要求之交期大於生產緩衝示意圖【12】	13
圖 3-1 個案公司訂單管理作業流程	14
圖 3-2 個案公司 ALLOCATION 作業時程示意圖	15
圖 3-3 ALLOCATION 作業流程圖	16
圖 3-4 ALLOCATION 考量因素示意圖	17
圖 3-5 半導體製造程序圖	20
圖 3-6 集中投入示意圖	22
圖 3-7 樂觀預估交貨日示意圖	22
圖 3-8 合理預估交貨日示意圖	23
圖 3-9 黃光對準機台前各黃光對準層在製品分布狀況圖	23
圖 3-10 各產品之已規劃負載示意圖	25
圖 3-11 前三大瓶頸產能之已規劃負載示意圖	25
圖 3-12 已規劃負載 (PLANNED LOAD) 的評估示意圖	28
圖 3-13 投片日與交貨日之決定示意圖	29
圖 4-1 第 300 天各工作站在製品分布圖	33
圖 4-2 在製品日趨勢變化圖	33
圖 4-3 30 次模擬之工作站負載圖	35
圖 4-4 各模擬次數之在製品數量圖	36

圖 4-5 不同 SHIPPING BUFFER 之各產品產出圖	37
圖 4-6 不同 SHIPPING BUFFER 之工作站負載圖	38
圖 4-7 不同 SHIPPING BUFFER 之產品生產週期時間圖	39
圖 4-8 BUFFER 與 CR 派工方式產出比較圖	40
圖 4-9 BUFFER 與 CR 派工方式之瓶頸利用率比較圖	41
圖 4-10 BUFFER 與 CR 派工方式之產品甲生產週期比較圖	42
圖 4-11 BUFFER 與 CR 派工方式之產品乙生產週期比較圖	43
圖 4-12 BUFFER 與 CR 派工方式之產品丙生產週期比較圖	43
圖 4-13 BUFFER 與 CR 派工方式之產品丁生產週期比較圖	44



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

製造業自 1770 年英格蘭工業革命以來，以機械取代許多人力的作業，改變了整個生產的面貌。除了生產機具不斷更新進步以外，生產管理的方法與技術也是日新月異【8】。從物料需求計劃 (MRP)、及時生產 (Just in Time, JIT) 到限制管理 (Constraint Management)，都是各時代中有效並具有代表性的管理方法。就限制管理排程方法而言，強調更有效的利用瓶頸資源，對於提升達交率，減少存貨，縮短生產週期時間，創造企業利潤最大化，在許多企業皆得到良好的實證。就國內晶圓代工產業而言，近年來由於中國大陸的崛起，再加上國際間多所企業搶食晶圓代工大餅，使得晶圓代工產業大部分時間面臨產能供過於求之情境，使得整體產業的瓶頸變成市場需求不足。從國際半導體產能統計機構 (SICAS) 所提供的資料即可得知，自 2004 第三季以來，產能利用率都是低於滿載的水準(圖 1-1)。

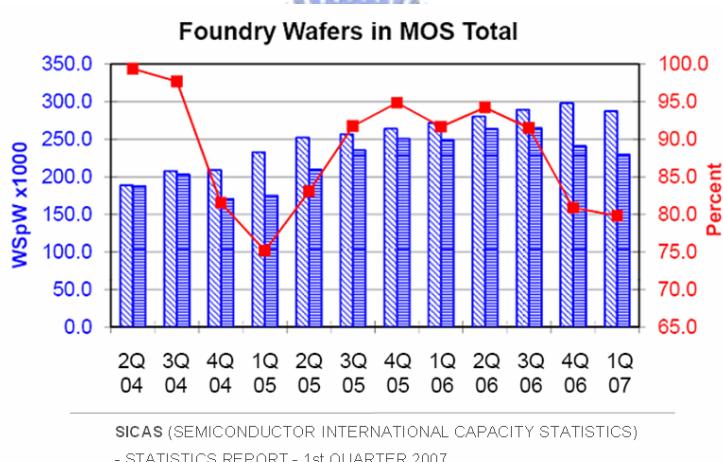


圖 1-1 晶圓製造產業產能利用率統計趨勢圖【9】

在日益激烈的競爭環境中，各企業無不朝向提供更有彈性、更快速的服務來爭取客戶訂單。對客戶而言，時間更是寶貴的資源，搶得先機通常即可搶佔市場，獲取優勢的市場佔有率。對生廠製造廠而言，如何在已規劃好的生產排程裡，安插客戶的重要緊急之短生產週期訂單，並且有把握承諾客戶要求的交貨期限，顯得愈來愈加重要。一般而言，執行上生產單位將會面臨到產能分配上的衝突，如圖 1-2 所示；產能若依原排程安排使用，將無法滿足急單客戶交期，若是產能優先給急單客戶使用可能傷害到對原有客戶承諾的交期。

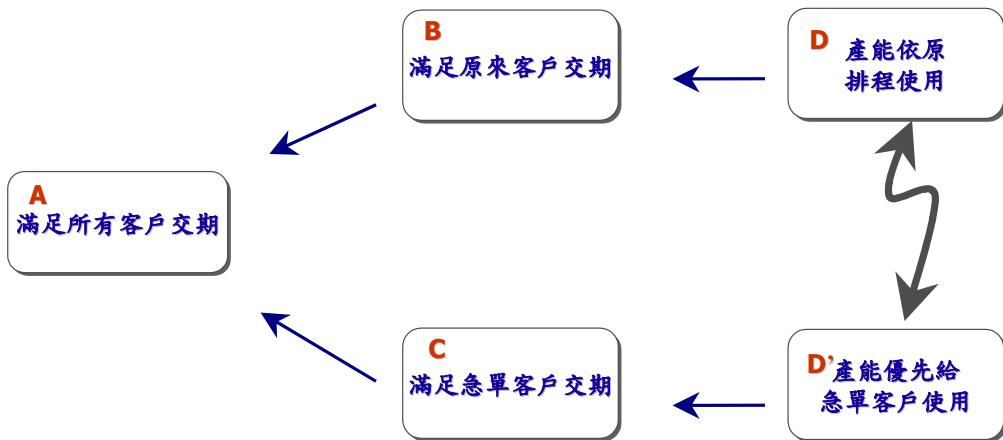


圖 1-2 產能分配衝突圖

於是我們想知道，企業市場在需求低迷、景氣佳、瓶頸可能不再位於生產系統內部的時候，包含客戶要求緊急之短生產週期的訂單，是否有可依歸的有效排程方法，能夠即時而快速的回應客戶有把握的交期。

1.2 研究目的



Eli Schragenheim (2000) 提出來的簡化型限制驅導式排程法 (Simplified Drum-Buffer-Rope, S-DBR) 【5】正好給面臨市場需求不足的產業一個很好的解決方案，使用更簡易的做法，更有效率的決定客戶訂單的交期，並且能確保產品的達交率。S-DBR 提出了預留產能 (Reserved Capacity) 的概念，去除產能使用上可能造成的衝突，避免傷害任何一方客戶而導致公司利益損失，對於滿足不同生產週期時間訂單提供了完整的解決方案，如圖 1-3 所示。

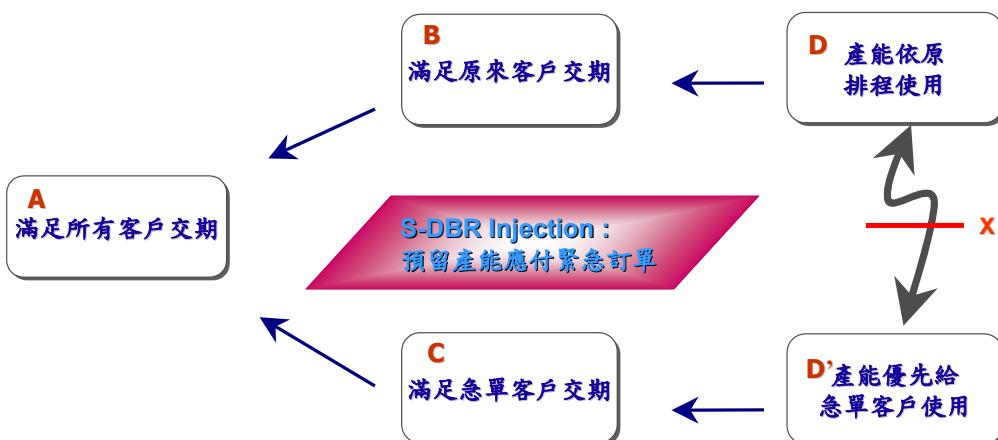


圖 1-3 產能分配 Injection 示意圖

本研究將以簡化型限制驅導式排程法 (Simplified Drum-Buffer-Rope, S-DBR) 為研究主題，以個人服務公司為研究對象，驗證 S-DBR 應用於迴流生產環境之有效性；另外也比較現行做法與 S-DBR 之異同與優劣；並考量晶圓製造產業特性，討論 S-DBR 之適用性與建構 S-DBR 導入晶圓製造廠之執行作法。

1.3 研究架構

本研究架構分為五章 (圖 1-4)，第一章闡述本研究的背景、動機、目的與架構；第二章為文獻探討，搜集並回顧 TOC 的基本理論、DBR 以及 S-DBR 排程方法；第三章為晶圓代工產業的實務概況與 S-DBR 理論之比較，並發展晶圓製造產業的執行作法(圖 1-5)；第四章為實證分析，以 Job Shop 遊戲模擬晶圓代工廠的運作狀況，用 Planned Load 決定交期，用 Buffer Status 決定生產優先順序，驗證 S-DBR 在晶圓代工廠的適用性；第五章為結論與建議。

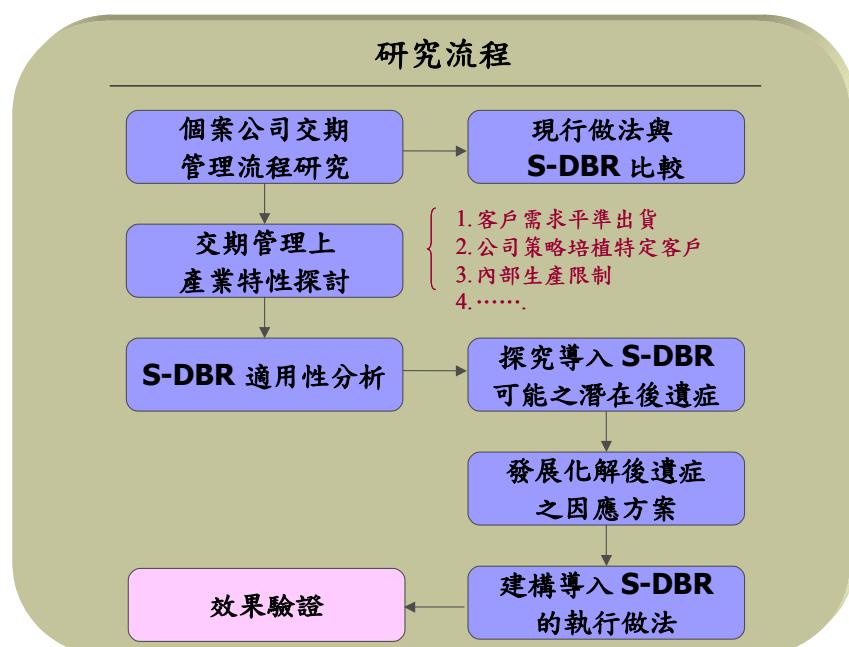
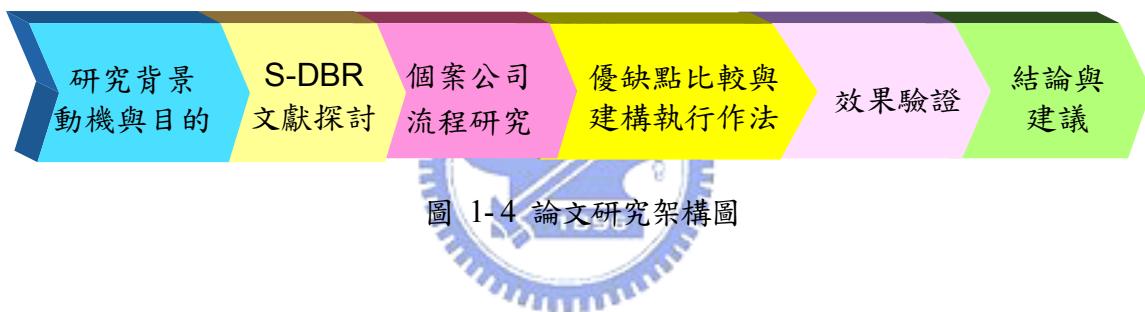


圖 1-5 研究方法架構圖

第二章 文獻探討

2.1 限制理論的簡介

TOC 是 Theory of Constraints 的簡稱，中文譯為“限制理論”。美國生產及庫存管理協會 (APICS) 又稱它為限制管理 (Constraint Management)。TOC 是由以色列的一位物理學家 Eliyahu M. Goldratt 博士所創立的。他的第一本有關 TOC 的著作於西元 1984 年出版，書名為“目標”(The Goal)。該書以小說的行文寫成，描述一位廠長應用 TOC 在短時間內將工廠轉虧為盈的故事【17】。因為該書所描述的是許多工廠都普遍存在的問題，因此該書出版之後，讀者甚廣，並譯成 13 國語言，成為全球的暢銷書，銷售量在 200 萬冊以上，TOC 因而流傳。TOC 認為，任何系統至少存在著一個瓶頸，否則它就可能有無限的產出。因此要提高一個系統(任何企業或組織均可視為一個系統)的產出，必須要打破系統的瓶頸。任何系統可以想像成由一連串的環所構成，環與環相扣，這個系統的強度就取決於其最弱的一環，而不是其最強的一環。相同的道理，我們也可以將我們的企業或機構視為一條鏈條，每一個部門是這個鏈條其中的一環。如果我們想達成預期的目標，我們必須從最弱的一環，也就是從瓶頸的一環下手，才可得到顯著的改善。換句話說，如果這個瓶頸決定一個企業或組織達成目標的速率，我們必須從克服該瓶頸著手，才可以更快速的步伐在短時間內顯著地提高系統的產出。



2.2 限制驅導式排程方法簡介

限制驅導式現場排程與管理系統 (Drum-Buffer-Rope, DBR) 是由高瑞博士 (Dr. Eliyahu M. Goldratt) 於西元 1986 年所提出的現場排程與管理技術，這是一套建立在限制理論的管理哲學上的生產管理方法【2】。這套方法提供了提綱挈領的現場排程與管理思維理念，不但可應對上述之需求而且可導引工廠體質之持續改善 (Continuous Improvement)，因此被學人專家視為是一套能滿足現下與未來市場多種少量且多變之競爭環境的工廠管理體制。Blackstone (2001) 曾提出說明【1】，限制驅導式排程法是 TOC 理論的一種應用，其中限制就如同一個鼓(Drum)，擊出節奏讓整個系統跟隨；而緩衝 (Buffer) 則代表系統其餘部份到限制之間的原料；繩子(Rope)則是從限制到原料間投料的一種訊號機制。限制驅導式排程法著重在瓶頸產線之排程、緩衝管理、訂單進度與工單的開立。利用 DBR 可以為有受限產能的產線，提出有效的排程解。其基本作法是針對系統中的受限產能，一般是瓶頸產線，提出有效的細部排程，使該系統能充份發揮其產能為目的。此細部排程即為鼓，亦即為系統瓶頸產線之生產排程。由此生產排程所傳遞的訊息來決定投料時

間，就是繩子。而緩衝則是為保護受限產能資源不斷料之一種措施，以杜絕系統之不確定性與上游之供料不及情形。

2.2.1 限制驅導式排程方法 (Drum-Buffer-Rope, DBR)

限制驅導式現場排程法 (DBR) 是應用限制理論所發展出來的一套生產排程方法。在限制理論中認為：任何系統的最佳績效，受限於系統中的實體限制(如材料、資源、市場等)或無形的政策限制 (如績效指標、組織文化)。而就限制驅導式現場排程之技術而言，主要是架構在實體限制的理念上。DBR 生產系統的規劃與控制主要是由三個部分所組成，即鼓、緩衝與繩子【2】。Dr. Goldratt 以行進中的軍隊來簡單的闡述這個概念，Drum 代表鼓聲，就如同軍隊中的鼓手以鼓聲來引導後續隊員的前進節奏。Buffer 就如同兩士兵的間隔距離，可以利用距離來應付突發的情形。Rope 代表的是軍隊中的紀律，受紀律的規範使隊伍不拉長且不會亂而達到同步前進的效果。而將這概念對應至生產現場中的情況如下：

(1) 限制驅導節奏 (Drum)

系統最佳的績效是決定於系統之限制，因此限制能否充分發揮是決定系統真實表現的關鍵。由於在排程上前後製程有相依性，先排者有較大的選擇機會，所以在整個系統的排程決策上，唯有讓限制有優先的決策權才能使其有充份發揮的機會，換句話說，在排程上必須先決定實體限制最佳利用的生產節奏。由於這個節奏是依實體限制的需求而設計，而且要據以驅導整個系統之運作，因此稱之為限制驅導節奏 (Drum)。



(2) 緩衝 (Buffer)

為了確保限制驅導節奏的可行，必須要給予一些保護與系統的配合等措施。限制驅導式現場排程法是以緩衝時間 (Time Buffer) 的理念來達到保護的目的。保護的目的有二：其一是要確保工單能及時到達瓶頸資源而確保出貨時間不會延誤；其二是要確保受限產能不會斷料或沒工作。限制驅導式現場排程法共提出了瓶頸 (受限產能) 緩衝、裝配緩衝及出貨緩衝等三種緩衝的保護理念。

(3) 投料節奏 (Rope)

為了確保限制驅導節奏的可行，除了緩衝時間的保護措施外，系統還必須要有一些配合的措施。首先最重要的就是投料時機必須配合限制驅導節奏的需要，因此必須由限制驅導節奏來推導

出投料節奏 (Rope)，其方法是由該訂單於限制驅導節奏上的計劃開始時間減去受限瓶頸緩衝時間，即可得到該訂單的投料時間。限制驅導式現場排程法的基本架構如圖 2-1 所示【14】【15】。

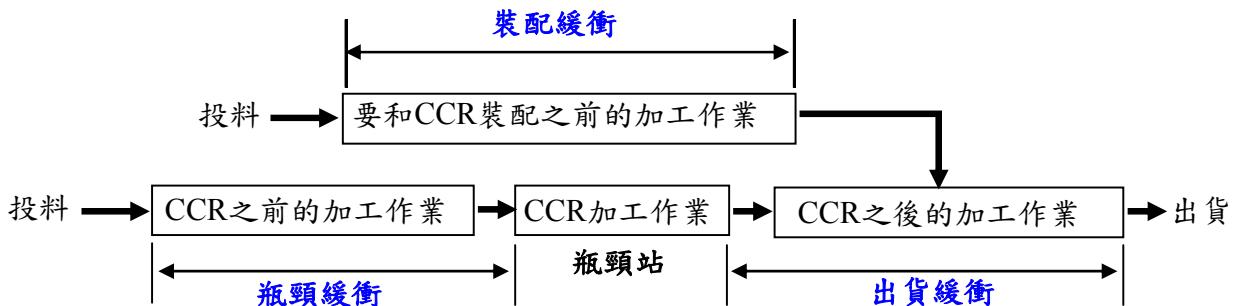


圖 2-1 限制驅導式排程法示意圖

資料來源：吳鴻輝、李榮貴【14】【15】

有關限制驅導式排程法的生產績效研究方面，蔡志弘【19】針對零工型工廠 (Job Shop) 建構了三類交期設定方法：(1) 整合式交期設定方法 (Integrated Due-Date Assignment Method)，融合了訂單發放控制及流程時間估算二項功能，提高了訂單等候時間估算之準確度，也提昇交期績效；(2) 以產能限制資源 (Capacity Constraint Resource, CCR) 為基礎之交期設定法，此交期設定法的精神乃延伸於限制理論 (Theory of Constraint, TOC) & DBR (Drum-Buffer-Rope) 排程法之理念；(3) 混合排程交期設定法 (Hybrid Scheduling Due-Date Assignment Method)，此交期設定法的精神則延伸於前推有限產能排程 (Forward Finite Capacity Scheduling) 及後推有限產能排程 (Backward Finite Capacity Scheduling) 之功能。藉由此三種不同交期設定方法之應用，讓製造業者在訂單規劃時，能依公司不同之產銷型態，選擇不同之交期設定模式，使業者能夠準確、快速、合理的設定訂單交貨日期及發放日期。晶圓代工產業應用 DBR 相關之研究方面，張婉菁【18】提出關鍵層別比值法 (Critical Ratio by Critical Layer, CRCL) 的派工應用，在實務上也看到了縮短生產週期時間與達交率提升的效果。

2.2.2 緩衝管理 (Buffer Management)

配合限制驅導式排程法的特性與現場管理之需求，Goldratt 提出了緩衝管理的現場管理方法【3】【7】【10】。緩衝管理僅對系統關鍵點之緩衝區在製品狀況作評估，例如瓶頸站或出貨點等，因此能以最少的資料及簡單的程式，而發揮現場管理的效果。所謂的緩衝區是一在製品的暫存區，

但其暫存區的大小並不同於過去的定義。限制驅導式排程法在作排程時，為了要保護一些關鍵點（即瓶頸站、裝配站或出貨站等）的作業與交期，會以時間緩衝來達到保護的目的。時間緩衝的內容包含設置與加工時間以及保護系統可能發生的不穩定狀況與負荷尖峰的寬放等。由於系統的不穩定與負荷尖峰會是一隨機狀況，而不是常態，因此當製單在現場流動時，如果遇上了這些隨機狀況，則透過時間緩衝的保護尚可及時到達，然而如果製單在現場流動很順時，即會發生提早到達的現象，而形成緩衝區的在製品。換言之，緩衝區實際的在製品大小是決定於所給的時間緩衝大小與現場的順暢與否。由於限制驅導式排程法共提出了瓶頸緩衝、裝配緩衝及出貨緩衝等三種緩衝時間的保護理念，如圖 2-1 所示，因此相對的會產生瓶頸緩衝區、裝配緩衝區及出貨緩衝區等三種在製品的暫存區。

所謂的計劃緩衝區內容是指在現場很穩定的理想狀況下，緩衝區內在製品或製單集結的內容。尚未到達的製單稱之為緩衝區的空洞 (hole)。透過緩衝區內製單到達的集結狀況或空洞的多寡及所在的位置，可以據以研判現場是否順暢、製單是否會延誤及時間緩衝大小是否適當等，進而發揮了現場管理的效果。例如可進一步將緩衝區分為三個區域【3】【7】【10】，如圖 2-2；透過監控空洞在這三個區域所出現的位置而達到製單交期的掌握，其做法是根據空洞出現的區域來採取合適的行動。如果空洞出現在趕工區 (Expediting zone)，由於該未到製單馬上就輪到要加工，因此若再不出現會有延誤之慮且會打亂整個系統的生產節奏，因此管理者必須對該製單採取管理行動，例如跟催或趕工等。其次若是屬於警示區 (Mentioned zone) 的空洞，由於這些空洞尚有一些時間緩衝，因此管理者還不必急的採取管理行動，只要對這些空洞繼續追蹤其進展即可。至於在忽略區 (Ignored zone) 的空洞，由於離加工時間還早，而所給的時間緩衝尚足以讓其趕上進度，因此不要介入干涉，而可予以忽略，所以本區稱為忽略區。

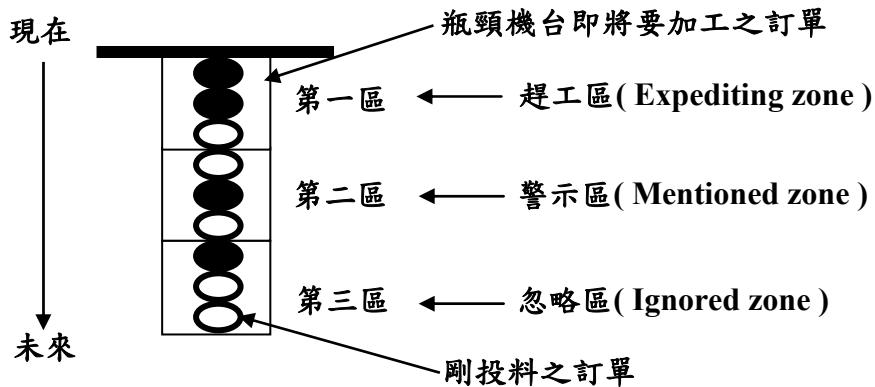


圖 2-2 緩衝管理三區圖

資料來源：Goldratt *et al.* 【3】【7】【10】

其次亦可根據空洞在各區域出現的比重，來研判緩衝時間大小的合理性。因為忽略區的空洞是合理的，因此忽略區空洞平均的百分比超過 70%或更高是正常的。相反的，如果忽略區空洞平均的百分比小於 50%，則表示系統使用太大的緩衝時間而過度保護系統，應該可以縮短緩衝的時間長度。至於趕工區上的工件由於很快就要被加工，其空洞是不允許有的，因此空洞的平均百分比應該很低而接近於零才合理。如果本區空洞的平均百分比高過 10%或更高時，則表示系統保護不夠，應該增大緩衝的時間長度以提供較大的保護。

有關緩衝管理的應用，吳鴻輝與吳滄浩【11】【16】提出一套整合緩衝管理與管制圖之緩衝時間控制模式，此模式透過緩衝管理機制來監控訂單到達瓶頸站時機之快慢程度，其次再以管制圖分析訂單到達瓶頸站時機快慢程度之趨勢，最後根據趨勢來研判工廠狀況是在惡化或在變好，以及惡化或變好的程度，以便及時調整緩衝時間的大小。

由於緩衝區管理所提供的管理資訊不只掌握了重點，而且是主動性及預知性的管理資訊，管理者因此能克服工廠環境之動態性、不確定性及隨機變動等原素所帶來變動，因此是一套在實務上可行的現場管理系統。限制驅導式現場排程與管理系統由於有完整的理論基礎、管理理念、現場管理循環與應用架構，因此其意義應不只是一套排程方法而已，而是一套可以適用於現下與未來市場多變之競爭環境的工廠管理體制。

2.3 簡化型限制驅導式排程方法 S-DBR

2.3.1 S-DBR 緣由

簡化型限制驅導式排程法 (Simplified Drum-Buffer-Rope , S-DBR) 最初是由 Eli Schragenheim 以及 H. William Dettmer 在 2000 年於 Constraints Management Special Interest Group (CMSIG) 技術研討會中首次提出【6】，爾後於 2001 年出版之”Manufacturing at warp speed :optimizing supply chain Business performance”一書中有更詳盡完整的論述【4】。在書中他提到傳統的 DBR 雖然是有效的，卻似乎複雜了點。他列舉出了多項原因支持他的看法：(1)太多且太長之緩衝時間(Spreading buffer time, More buffer time, Superfluous buffer); (2)作業混淆(Operator confusion); (3)急單(Stealing); (4)排程穩定性(Schedule stability); (5)自動化資料處理需求(Need for data automation)，於是提出了簡化型限制驅導式排程法。其中與傳統 DBR 最大的不同處在於對系統限制的假設；S-DBR 認為，即使企業內部產能限制實際存在，系統最主要的限制來自於市場需求。

2.3.2 S-DBR 排程管理方法

(1) 決定可靠交貨日期

要決定一個可靠的交期必須避免 CCR (Capacity-constrained resource) 負荷過重，使得線上在製品 (WIP) 過多，生產週期時間增加而傷害向客戶承諾的交期。S-DBR 使用了“已規畫負載”(Planned Load) 的概念來做交期評估的生產計劃。所謂“已規畫負載”的定義是：在某一規劃期間內所有要交貨的確認訂單 (firm order) 對 CCR 所需的累積負荷，如圖 2-3 所示，其中確認訂單包含了已投入生產線的在製品以及已計劃投入(已承諾客戶交期)但尚未投入的訂單。

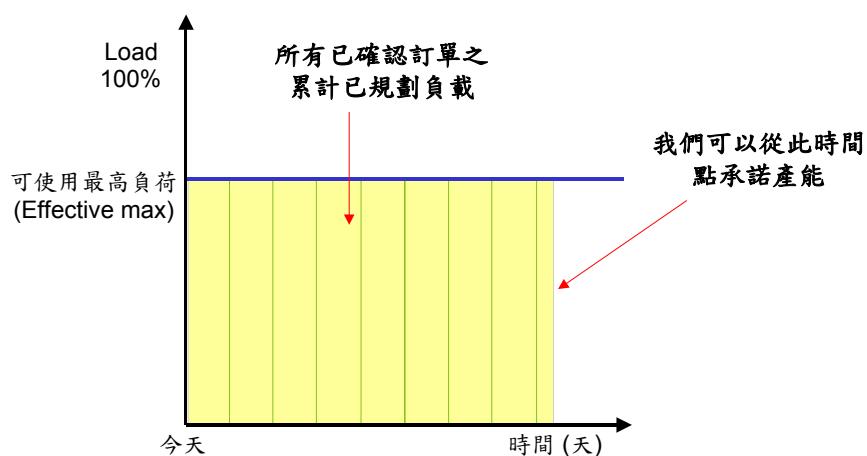


圖 2-3 已規劃負載示意圖【12】

生產緩衝時間指的是一個最小可接受的生產批量，從投料到完成所需要的時間，包含實際加工時間、搬運時間與等候時間。新的訂單的可達交的日期就以“已規畫負載”加上 $1/2$ 的生產緩衝時間來決定。如圖 2-4 所示：

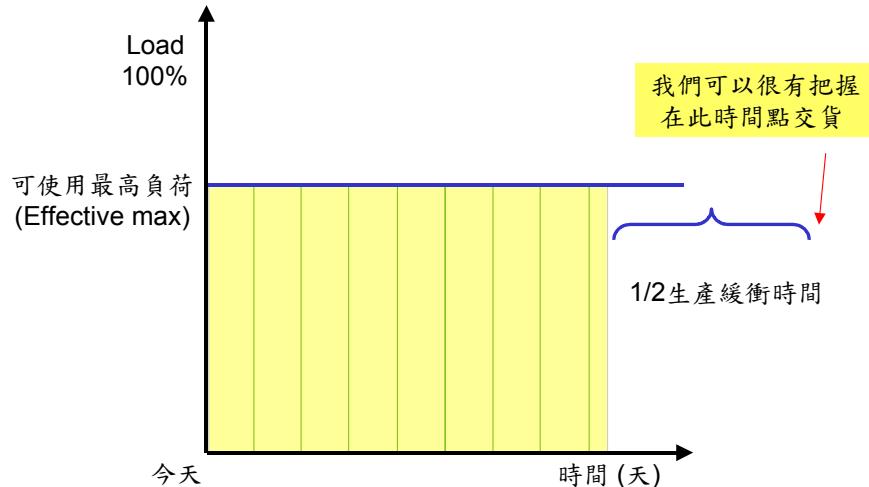


圖 2-4 交貨日示意圖【12】

(2) 決定投片日期

當我們決定了訂單的可達交的日期之後，向前推算一個生產緩衝時間，即是投單生產日期，如圖 2-5 所示。

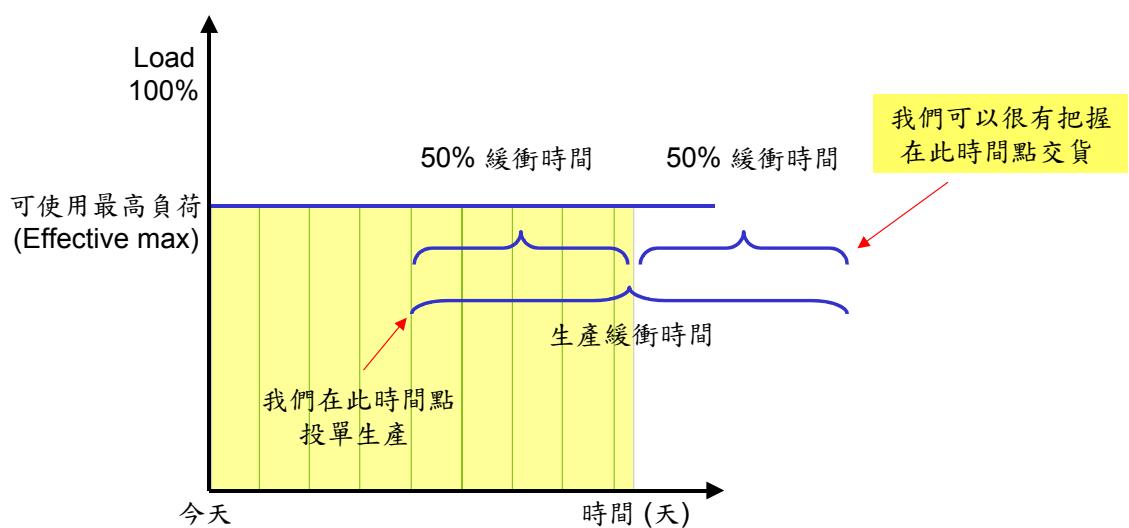


圖 2-5 投入日示意圖 (一) 【12】

若推算的投單時間在今日之前，即代表今日即可投片。如圖 2-6 所示：

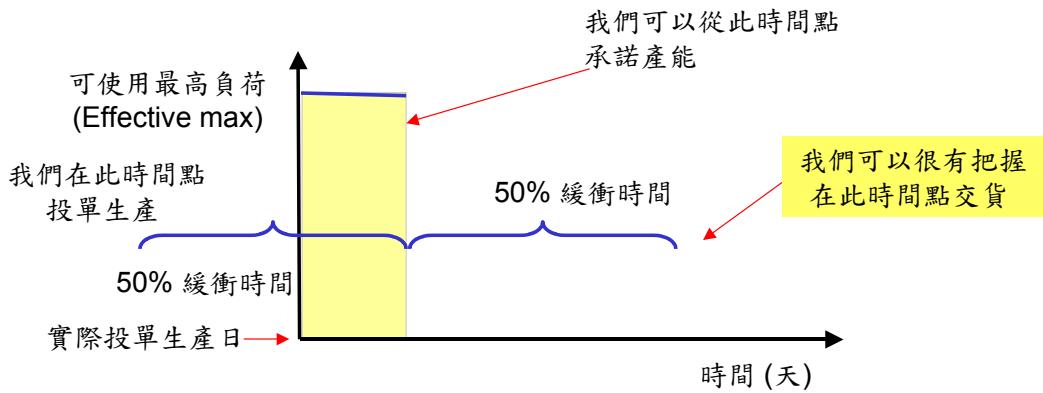


圖 2-6 投入日示意圖(二)【12】

生產緩衝時間的兩項基本假設【12】：

- (i) 所有追求效率指標的政策限制因素(Policy Constraints)已被排除。例如併批、搬運批量等於加工批量、提早投單 等。
- (ii) 生產緩衝時間會比訂單交貨前置時間(Quoted Lead-Time)短許多，因為 Quoted Lead-Time 必須考慮當 CCR 未來已有許多訂單要加工時此訂單須等候投入生產線的時間，只考慮足夠再製品(WIP)確保 CCR 工作順暢。

由於 S-DBR 是根據 CCR 的負荷抑制投單，控管 WIP 總數，即可避免生產緩衝時間樂觀預估而傷害到客戶交期。

(3) 決定執行面生產優先順序

與傳統 DBR 一樣使用緩衝管理 (Buffer Management) 來作為整個生產管制的方法，緩衝管理的目的是讓生產現場得到清楚的優先順序，決定哪些訂單要跟催與何時跟催。生產現場各工作站 (包含 CCR) 派工的優先順序取決於相關工單的緩衝狀態，而緩衝狀態指的就是緩衝的耗用比例，緩衝耗用比率愈高之工單擁有愈高優先權力可以使用生產資源。如圖 2-7 所示。

$$\text{緩衝狀態之計算公式} = (\text{生產緩衝時間} - \text{距交期剩餘時間}) \div \text{生產緩衝時間}$$

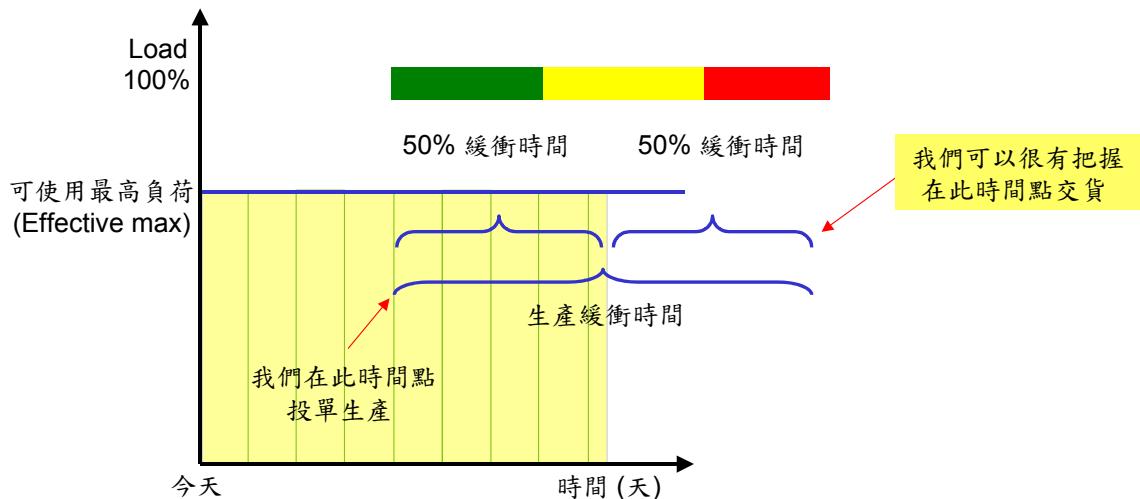


圖 2-7 生產緩衝示意圖【12】

2.3.3 S-DBR 多種生產週期時間訂單排程管理方法

針對客戶不同的生產週期時間的產品訂單需求，而各訂單亦非同時間點下訂，針對要求短生產週期的訂單，S-DBR 提出了預留產能 (Reserved Capacity) 的解決方案【1】。使用預留產能的方式，才有額外的產能資源足以滿足客戶臨時性的短生產週期時間訂單的需求，也可避免影響我們原先的產能規劃，傷害我們對原有客戶的承諾交期。至於預留產能的比例，與產業的特性、公司的策略....等有關，可視情況機動調整之。示意圖如圖 2-8：



圖 2-8 預留產能示意圖【12】

若客戶訂單可接受的生產週期時間大於我們計劃的生產緩衝時間，即代表了我們有把握的安全交貨時間早於客戶需求的時間，我們有了更大的緩衝，在避免寵壞客戶的考量下，我們仍對客戶承諾客戶的需求交期，同時增加該產品之緩衝時間。如此的做法是為了避免 CCR 的飢餓，造成產能的浪費，並使系統有最大的彈性可以應付高低產能需求。如圖 2-9 所示：

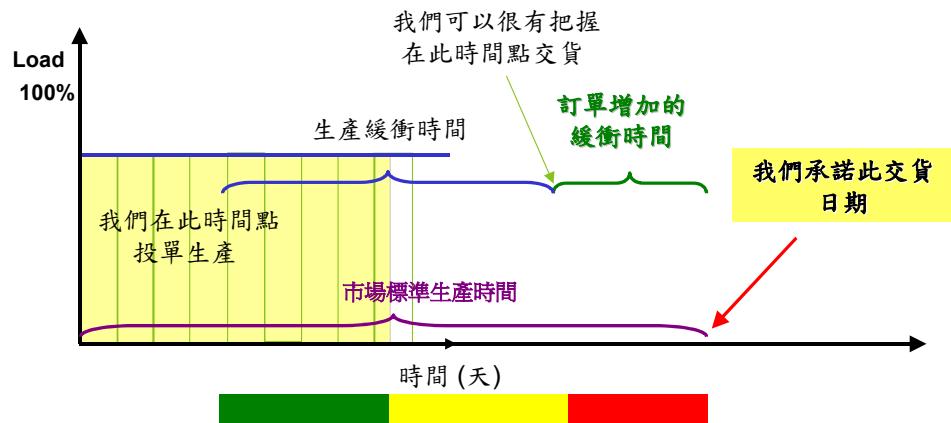


圖 2-9 訂單要求之交期大於生產緩衝示意圖【12】



第三章 研究方法

3.1 個案公司訂單管理作業流程

3.1.1 個案公司訂單管理作業流程說明

圖 3-1 所示之訂單管理作業流程是以科學園區某家晶圓代工廠為例，簡稱 U 公司。業務單位正式接單之前，會請客戶先給予六個月的需求預估，U 公司即可針對各客戶提供的訂單預測資料，作中長期的產能規劃，規劃的目的在於將需求與產能做最適切的分配調整以及準備，規劃的結果就是未來六個月可以滿足各個客戶的訂單數量，而這個作業在 U 公司稱作為“產品組合最佳配置(Allocation)”，而 Allocation 也初步決定了以月為時間單位的數量及交期。而晶圓廠(Fab)將會依照 Allocation 的結果推算出投片時間，預排好投片位置，視為投片計劃。預估投片日(Forecast WS Date)的計算基本是將客戶的月需求量換算成日平均需求量，由預估出貨日(Forecast WO Date)向前推算一個標準生產週期時間(Standard Cycle Time)再多一點的緩衝時間；緩衝時間的大小是以各生產排成工程師(Planner)根據歷史經驗預估與判斷，必須能夠避免莫非效應的影響，目的是確保對客戶已承諾交期的達成，公式如下：

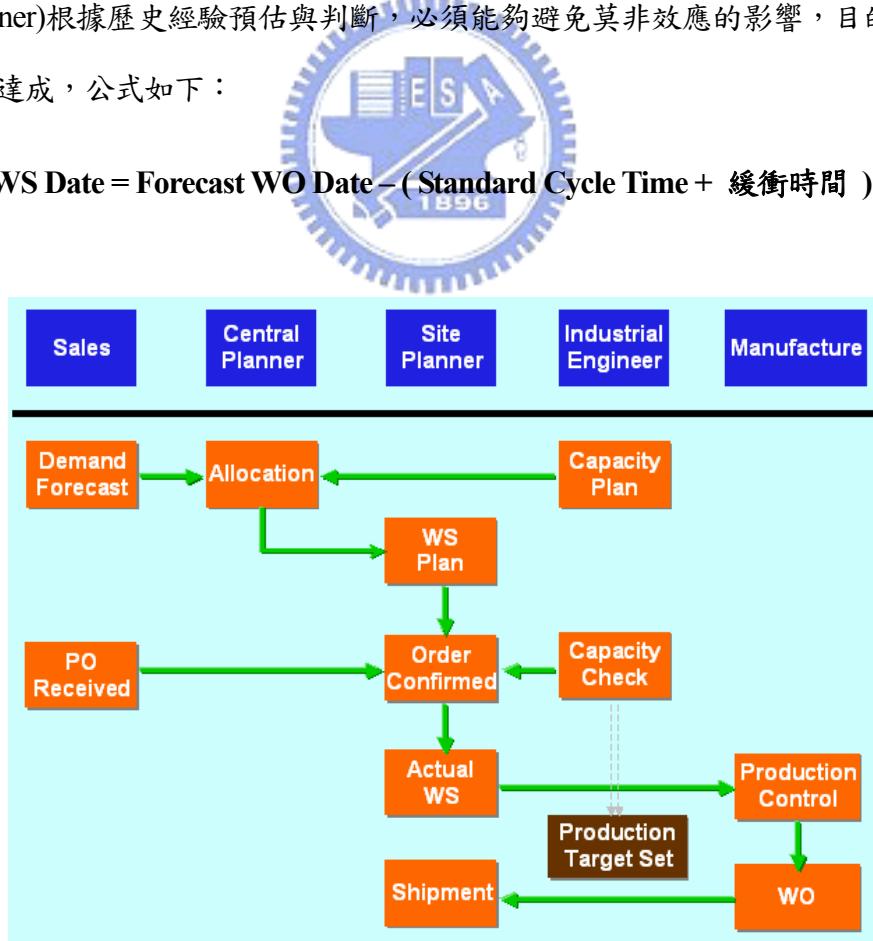


圖 3-1 個案公司訂單管理作業流程

以出貨月底向前推算 10 週為該月出貨訂單截止基準日(PO-cut off date)，若在基準日之前有實

際接到客戶下單則依投片計劃實際投片；若在基準日之前仍未收到訂單，代表客戶的預估需求過於樂觀，則會啟動“產品組合重分配(Re-allocation)”作業，將多餘的產能分給其他需要的客戶使用。在產能滿載的情況下，若是客戶的預估需求過於保守，需要追加訂單，基本上還是會以 Allocation 的數量為主，此時若有其他客戶放棄自己的 Allocation 數量，即可經過 Re-allocation 作業來滿足其他客戶的訂單量。故 Allocation 作業對客戶的訂單數量與交期有著很大的影響。收到客戶訂單後，Planner 除了要確認數量是否在 Allocation 內（已有預排之投片位置）以外，還需要以最新實際投片計劃請工業工程師(IE)再次做產能確認，最晚兩天內必須向客戶回覆訂單的交期。IE 也將產能確認可行的結果設定成製造單位的生產目標，其中最重要的目標為以月為單位的出貨總量。製造單位依據生產目標並配合各項生產管制措施，將晶圓順利生產出貨。

3.1.2 個案公司 Allocation 流程說明

考量生產週期時間以及最晚的投片日期，可推算前 10 週為該月出貨訂單截止基準日，最晚在出貨訂單截止基準日之前一個月會進行最後一次 allocation 作業。每一次 allocation 作業會針對未來四個月作計劃。特別是在景氣熱絡、產能不足的時候，需要 allocation 作業來實際履行公司的商業策略，追求公司長遠利益的最大化。時程表如圖 3-2 所示。

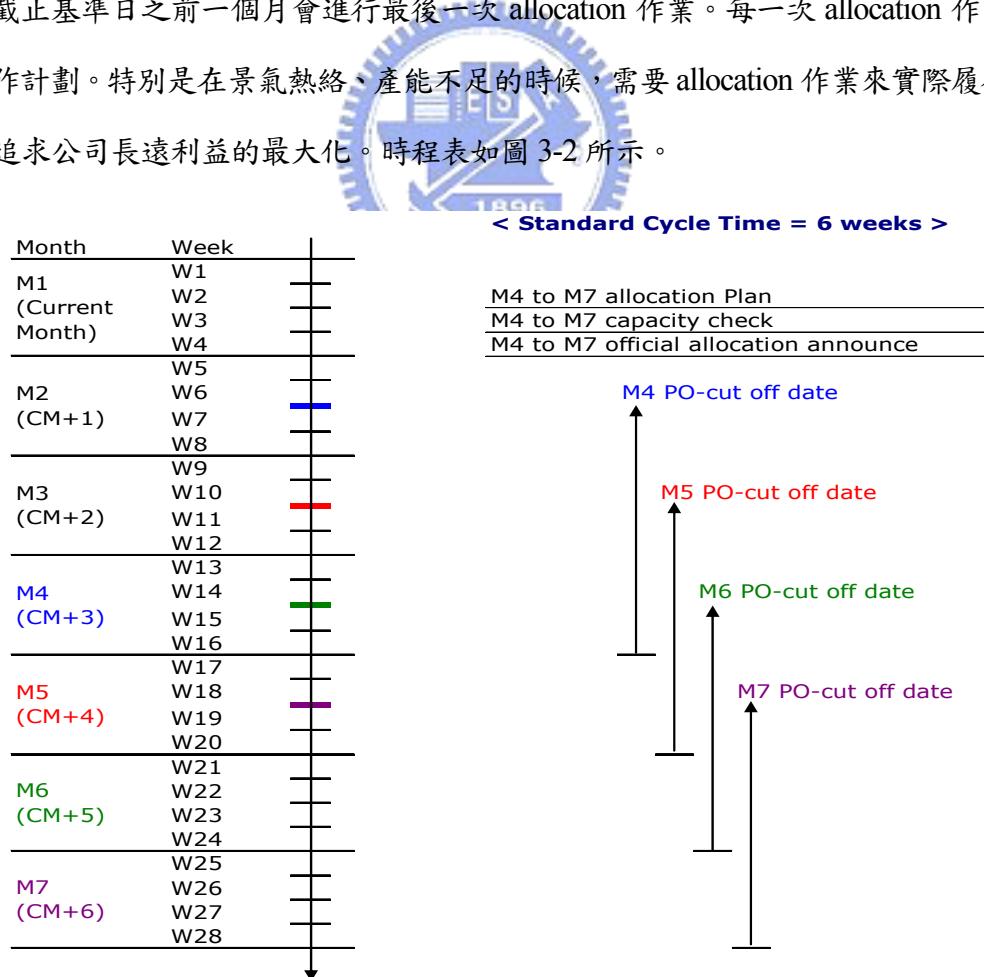


圖 3-2 個案公司 Allocation 作業時程示意圖

Allocation 作業由業務部提供未來一季到半年的客戶需求預估，IE 評估公司產能的供給狀況，當公司產能小於客戶的需求時，即啟動 allocation 作業；隨預測需求的時間愈遠，啟動評估作業的標準將愈鬆。由生產企劃部門會同業務部門與 IE 工程師協同合作，決定產能分配。當出貨訂單截止基準日之前未收到客戶預期的訂單時，經過 Re-allocation 作業重新分配產能給予需要的客戶，流程如圖 3-3 所示。

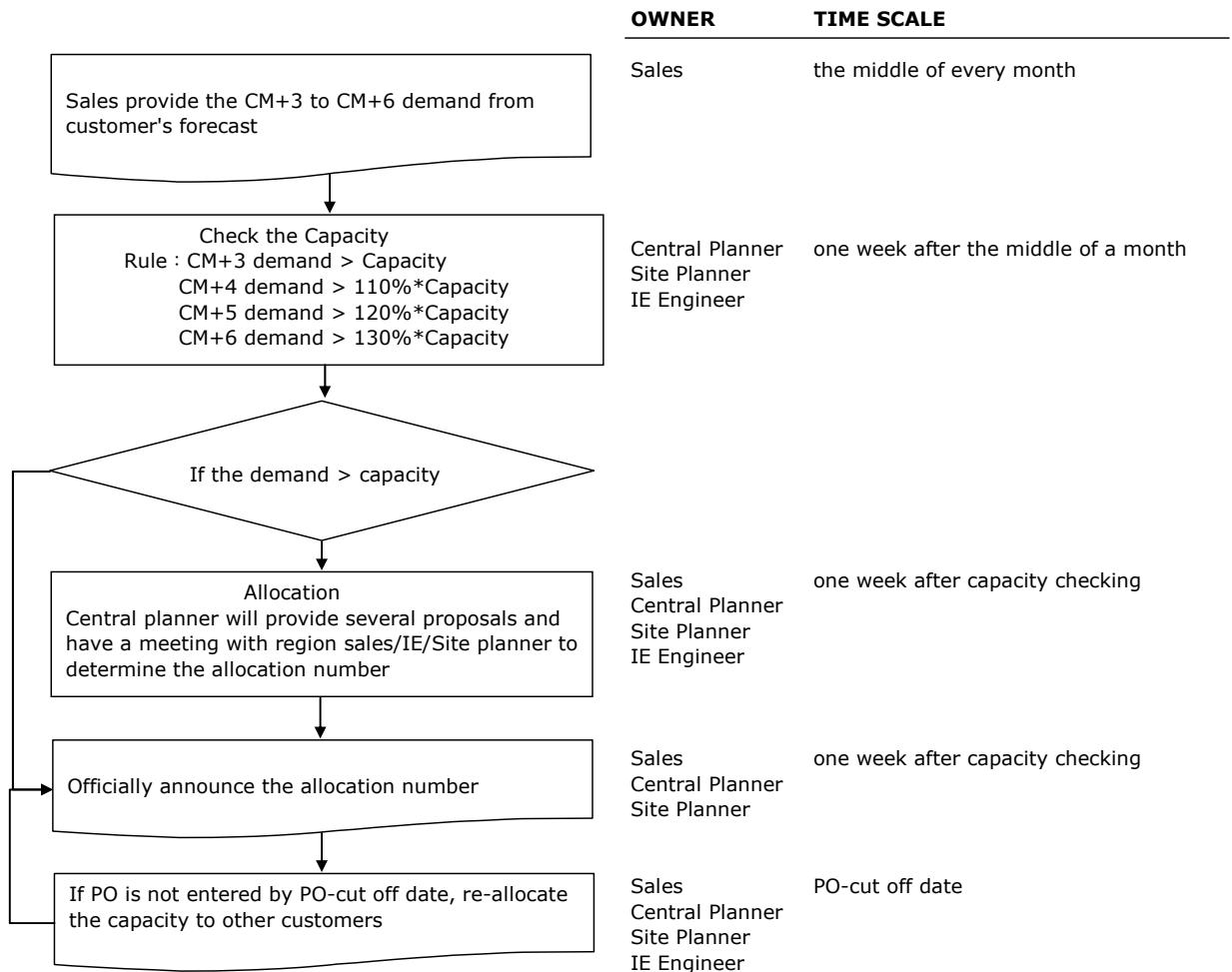


圖 3-3 Allocation 作業流程圖

Allocation 作業考量的因素(圖 3-4)說明如下：

- (1) Run Rate：考量客戶過去對公司的業務貢獻，在景氣熱絡時，公司願意提供較多的支援給予長期友好的企業。
- (2) 毛利率：考量客戶產品的實際利潤貢獻程度，一般而言，產能不足時，公司會選擇高毛利的產品生產。
- (3) 新產品：每個產品皆有自己的生命週期，目前當紅的量產產品終有淘汰之時，為維持公司永

續的競爭力，必須保留一定比例的產能給予未來潛在的明星產品，替未來作準備。

- (4) 策略客戶：針對與公司有長期合作，甚至交互持股之友好企業，提供優先產能分配的服務。
- (5) 產品跨廠移轉：針對過往配合公司策略，調整產品線的生產廠別，或是配合公司製程做相對應的轉換與調整，與公司配合度良好之客戶，公司在產能分配上也會給予較多的關注。
- (6) 合約：公司為保有技術領先或是機密商業合作，與客戶訂立相關的產能供給合約，allocation 作業即必需優先考慮此項因素，將此部份產能優先預定下來。
- (7) 高階主管(VIP)意志：為了極重要客戶之重要交期，經由高層主管直接指示安排。

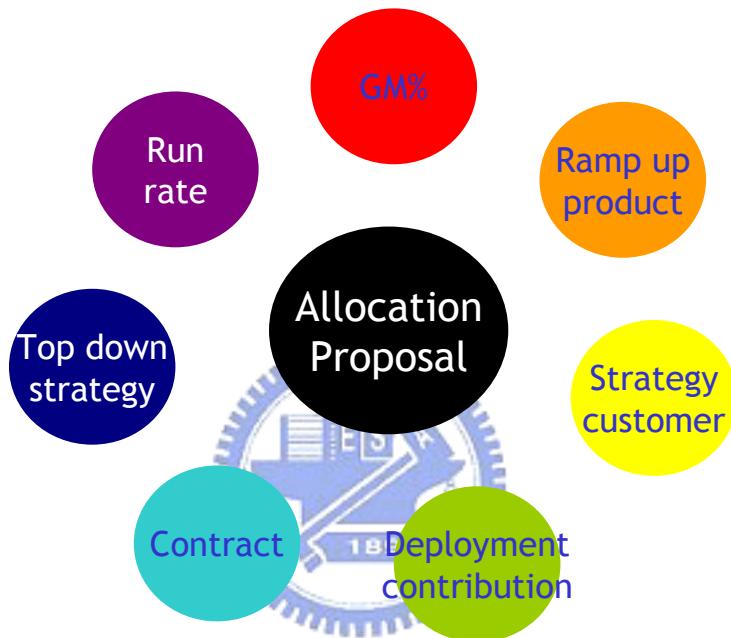


圖 3-4 Allocation 考量因素示意圖

3.2 個案公司現行做法與 S-DBR 之比較

(1) 交貨日期

S-DBR 交貨日期的確認乃是由已規畫負載 (Planned Load) 加上二分之一的生產緩衝時間計算而來；U 公司對客戶的交貨日期基本上是由實際投片日加上標準生產週期時間，再加上歷史經驗預估的緩衝時間決定。S-DBR 所指之生產緩衝時間相當於 U 公司之標準生產週期時間加上歷史經驗預估的緩衝時間，所以基本上交貨日期的決定，兩者之間並無差異。

(2) 投片日期

S-DBR 由已規畫負載 (Planned Load) 向前推算二分之一的生產緩衝時間作為投片日期；U 公司則視景氣狀況有不同做法，當需求大於公司產能時，預估之未來需求將透過較複雜的 Allocation

作業決定各客戶訂單數量，預排各客戶產品的投入日期；預排投片方法乃以 Allocation 決定之數量，向前回推一個 Standard Cycle Time 加多一點的緩衝時間，以日平均數量擬定投片計劃，同時也要求客戶在訂單截止基準日前確實下單以確保產能無虞；於淡季產能未滿載時，則直接以月為單位的日平均需求數量，向前回推一個 Standard Cycle Time 加多一點的緩衝時間當作投片日期。舉例而言，標準生產週期時間假使為五週，加上一週時間當做緩衝，七月出貨需求 3,000 片的投片日即是五月十五日開始投片，每天投片 100 片，連續投入 30 天。S-DBR 的作法較為簡易，可以掌握時效、快速回應客戶要求之交期可行性；U 公司做法則考慮未來需求，事先做好產能評估，配置最佳產品組合，可避免因產品組合的變化而導致產能或是利潤之損失。

(3) 生產管制作法

S-DBR 由每個工單的緩衝狀態來決定每一個工作站的使用優先順序，確保資源使用在最重要的產品身上，以確保每一件工單順利達交。U 公司則是由 IE 部門訂定生產目標，例如：月出貨目標 3 萬片，每層生產週期時間 1.5 天...等，來驅動製造部門完成產品順利出貨。S-DBR 作法不強制對 CCR 做排程，依照各工單的緩衝耗用程度做來決定處理順序，S-DBR 強調的是滿足市場需求，故可以接受 CCR 為了滿足市場需求，因莫非效應產生的少量產能損失。U 公司生產目標同時強調出貨總量以及產品達交率，製造單位重視 CCR 的排程以確保出貨數量儘可能最大，以利總量目標之達成；生產線之排貨，基本上除了配合 CCR 之外，常使用關鍵比值法作為選擇派工優先順序的依據。

(4) 避免過早投片

S-DBR 使用已規畫負載 (Planned Load) 來規劃投片日期，以確保不會投入太多，而已規畫負載 (Planned Load) 即是以企業內部的CCR 作為產能限制。U 公司的投片計劃同樣以公司內部 CCR 作為產能限制，預排的投片計劃中，每單位時間的投片數量等於 CCR 每單位時間的約當產出數量。

$$\text{約當產出數量} = (\text{產出數量} / \text{約當經過次數})$$

(5) 作業效率

S-DBR 的交期訂定流程中，使用已規畫負載 (Planned Load) 的概念，適當簡化了業務部門與生產部門的溝通協調作業，可由業務部門經由簡易的產能計算提供可靠交期，爭取時效。U 公司接單至回覆客戶交期仍至少需要兩天產能確認的作業時間，相對於 S-DBR 提出的方式，需要較多

的時間人力與較複雜的作業流程。(摘要請見表 3-1)

表 3-1 S-DBR 與 U 公司交期管理作業比較表

	S-DBR	U公司
投入日期	Planned Load – 1/2 生產緩衝	透過 Allocation 決定月需求數量，以月為需求計算單位推算之日平均需求，再以標準生產週期時間回推投入日期
交貨日期	投入日期 + 生產緩衝	投入日期 + 標準生產週期時間 + 緩衝
生產管制作法	以緩衝狀態決定生產順序，不做CCR排程	基本上以關鍵比值法決定生產順序
避免 CCR overloading	以CCR產能為限制來規劃Planned Load /投入日/交貨日	以CCR產能限制作預排投片計畫
作業效率	快速；業務單位可以直接回應客戶訂單之交貨日期	需要兩天標準作業時間；需要業務單位與生產單位做產能確認後決定交貨日期

3.3 建構導入 S-DBR 的執行做法

3.3.1 晶圓製造產業交期管理特性探討

就客戶需求面而言：

(1) 要求均量平穩的出貨

一般而言，客戶在考量本身庫存以及後段封測的產能限制下，會要求晶圓代工廠每周甚至每日平準而穩定的出貨。晶圓代工廠為提供客戶穩定而平均的出貨數量，會先請客戶提供未來 3 個月到未來半年的預估需求，針對預估需求選擇最有利之產品組合，並做出平穩出貨的產能規劃，是謂“Allocation”目的之一。

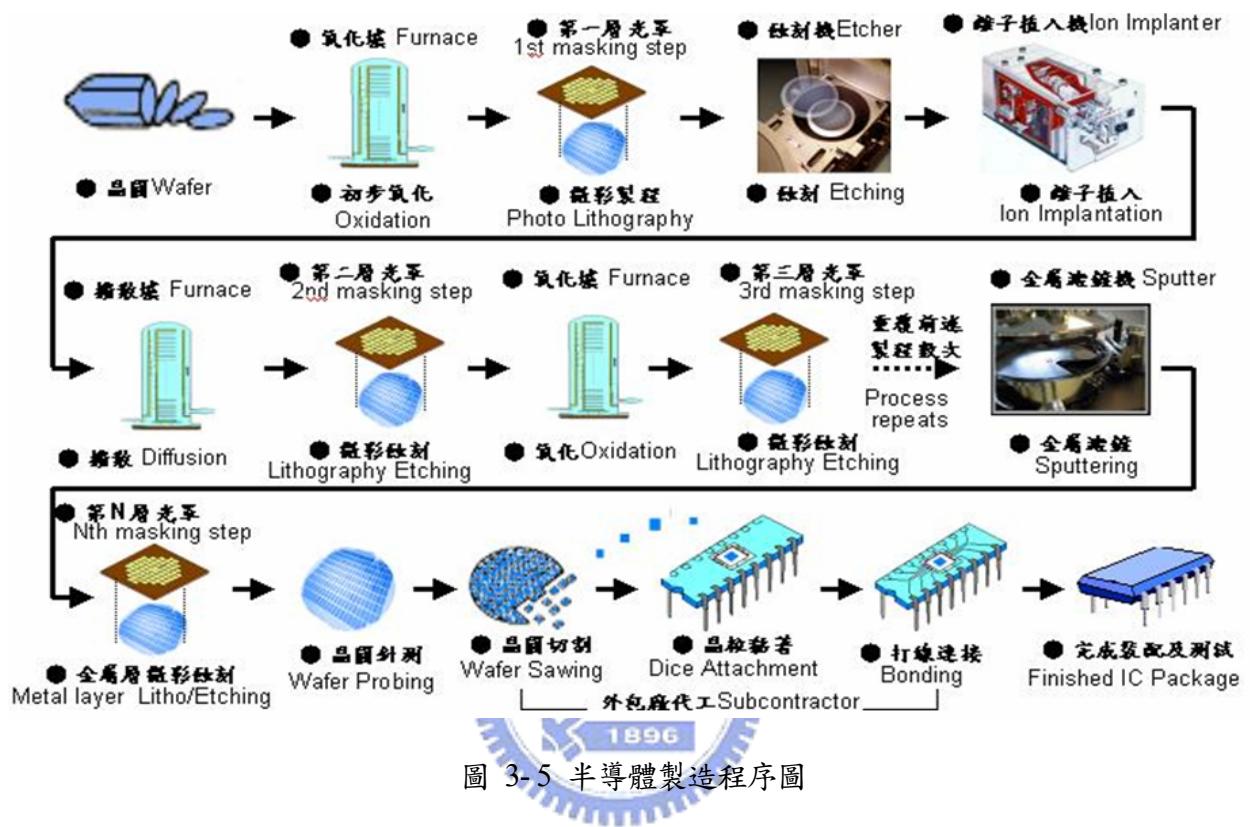
(2) 緊急訂單

雖然半導體製程需要一個月到兩個月左右的基本生產時間，客戶為爭取新產品或新應用初上市期間高額的獲利，或搶食更多的市場佔有率，對於新的實驗成果常有少量卻短生產週期要求的訂單。

就生產製造面而言：

(1) 製程迴流特性

半導體製造程序類似建造一棟高樓，一層一層向上建造，每一層內容構造雖然不同，製造程序卻大同小異。每一層中，由爐管區或薄膜區的機台先做沉積工作，接著由黃光區機台定義所需要的圖形，再經由蝕刻區機台真正將圖形蝕刻出來，也或者由植入機台植入相關的離子，給予晶圓正確的電性；如此週而復始，一層一層將晶圓製作完成，如圖 3-5 所示。



半導體製造程序即是在每一層的生產之中，重複使用著沉積、微影、蝕刻與植入相關的機台。迴流製程的特性將使得生產管理變得更加複雜，同一機台上可能存在著各種生產進度的工件，生產順序的錯誤安排將使得各工件交期的影響更難以估計，生產管制作業顯得更加重要。

(2) 機台限制多

機台的限制可能使得產能調配上的困難度提高，容易造成產能的損失，無法做到產能完全利用；而造成機台限制的原因很多，主要以有下幾點：

- 機台本身能力的差異：例如同一類型的微影對準機台，因為每一機台對於光繞射與干涉的影響程度不一，使得對準結果的線寬也有程度上的差異，而造成某基台能力優於其他機台，能力較差的機台可能限制僅能生產某部份的產品。
- 晶粒數不同：每一個產品每一片晶圓的晶粒總數不相同，晶粒總數愈少者，能夠承受微浮粒子 (Particle) 汚染的能力愈低，於是每一次的測機結果也影響到當時可以生產的機台數量。

c. 產品製程多：晶圓代工生產線有很多產品同時生產，各種產品的製程特性不同，所要求的製程規格就不同；舉例如下： $0.15\mu m$ 製程的產品相較 $0.18\mu m$ 製程的產品可使用的生產機台更少，高壓製程產品相較於邏輯製程產品要求更多製程前段機台的產能。

d. 製程能力差異：即使是屬於相同世代的製程，由於製程設計的能力有所差異，也會反應在該製程的良率上；所能承受的異常容忍值較低者，必須使用能利較好的機台生產。

(3) 產能最大化要求

考慮各種產品擁有各自的機台限制（瓶頸）的情況之下，平準化的投片與平準化的出貨，才能確保產出最大化，並能有效的提高機台設備的整體使用率，避免價格高昂之機台設備因非必要之間置而產生浪費。此部分規劃也是 Allocation 作業目的之一。

就產品特性而言：

(1) 生產週期不同

一般而言，製程愈先進者，黃光層數愈多，生產週期時間就愈長；每一個產品因為本身功能與特性的要求，會使用不同的製程，不同的製程有不同的黃光層數，生產週期就會有長短的差異，使得交期的預估必須至少以製程或產品為基本單位，非一個固定的數值。

(2) 瓶頸隨產品組合改變而飄移

同上所言，每一個產品有不同的黃光層數，若瓶頸為黃光對準機台，接單產品中黃光層數少的比例愈少則可生產的晶圓片數就愈大。通常不同製程產品使用的機台會有所差別，相對而言，混合模式(Mix Mode)製程產品使用後段金屬蝕刻的產能較多，高壓製程產品使用前段植入機台的產能較多；也就是說，當產品組合改變成 Mix Mode 製程產品比例增大時，瓶頸可能就會由黃光對準機台轉至金屬蝕刻上，當高壓製程產品比例增大時，瓶頸就可能轉變成植入機台。由於半導體產品特性差異大，瓶頸將會隨著來自客戶需求的產品組合更動而改變。

3.3.2 S-DBR 適用性分析

3.3.2.1 導入 S-DBR 可能之潛在後遺症

針對半導體製程特性，導入 S-DBR 可能發生之潛在後遺症如下：

(1) 集中投入而使得瓶頸閒置，產能損失

由於整個半導體製造流程中機台限制多且複雜，為避免因機台限制問題而導致瓶頸閒置與產能損失，必需僅可能使投入平準化。舉例而言，月產能 30,000 片的晶圓廠，瓶頸機台的每日生產

量即為 1,000 片，客戶新訂單需求 A 產品 3,000 片，我們依照 S-DBR Planned Load 計算投入與可交貨時間，如圖 3-6 所示，由 Planned Load 回推 50% 生產緩衝時間後，連續三天各投入 1,000 片；當 A 產品因為瓶頸機台限制每日僅能生產 300 片時，就可能會造成瓶頸機台產生產能的損失，同時 A 產品生產週期時間亦會拉長；造成交貨時間的延誤。

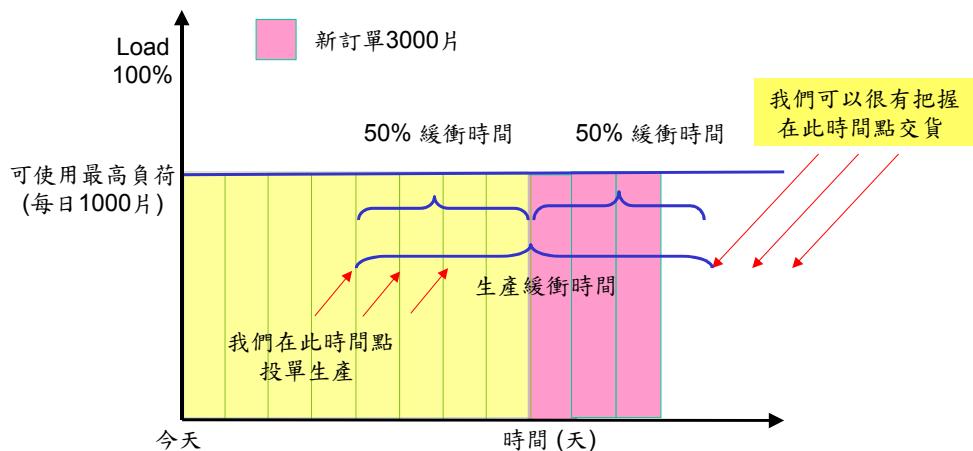


圖 3-6 集中投入示意圖

(2) 產品組合變化瓶頸改變，投入不足或過早投入

當產品組合的改變導致生產系統之瓶頸由 A 機台變成 B 機台，同時 A 機台的產能是每日可生產 1000 片晶圓，B 機台每日僅能生產 800 片晶圓，若我們仍使用 A 機台當做瓶頸來作投片與交期的規劃，就可能產生提早投片與早交貨的樂觀預估（圖 3-7）。

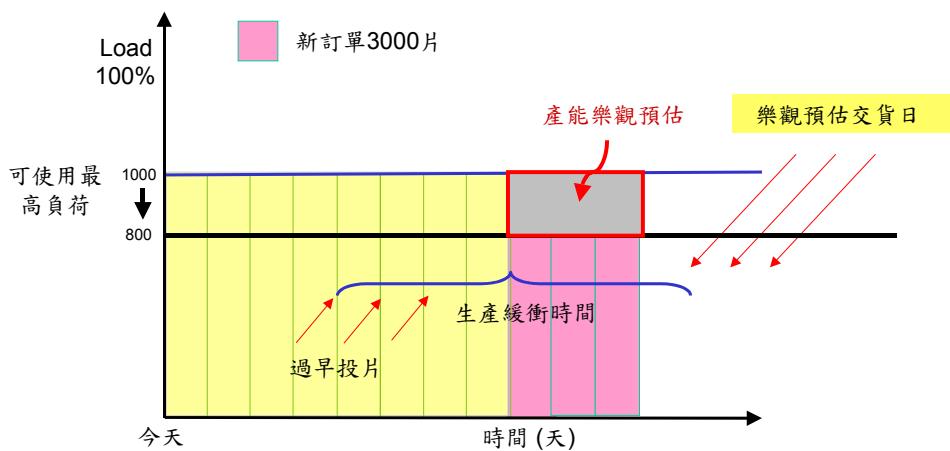


圖 3-7 樂觀預估交貨日示意圖

若考慮瓶產能頸變化，合理的投片時間與交貨時間，應如圖 3-8 所示。

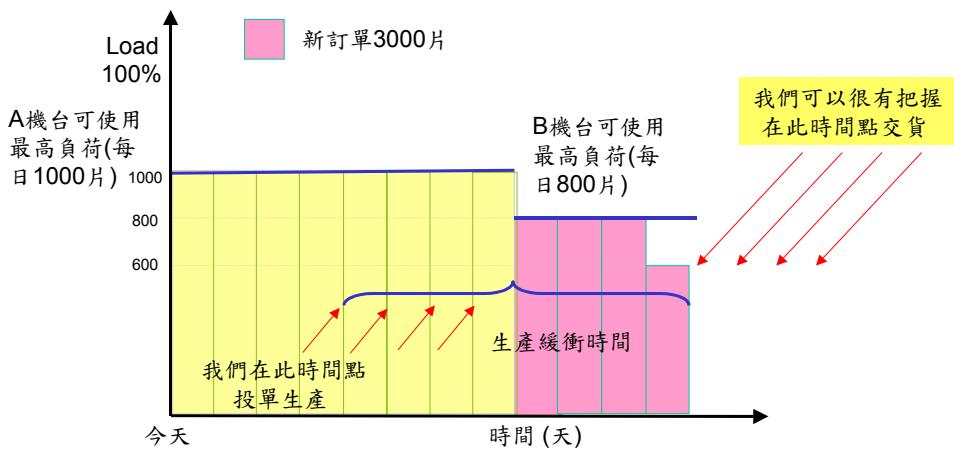


圖 3-8 合理預估交貨日示意圖

(3) 迴流製程增加生產管制難度，達交率降低

圖 3-9 為半導體迴流製程黃光對準機台某一時間點在製品之分布示意圖。對於製程有迴流特性之生產線，各機台前之在製品可能來自迴流製程的各個階段，何者需要優先被處理，才能確保資源被正確的使用，避免資源使用錯誤導致客戶產品延後交貨。

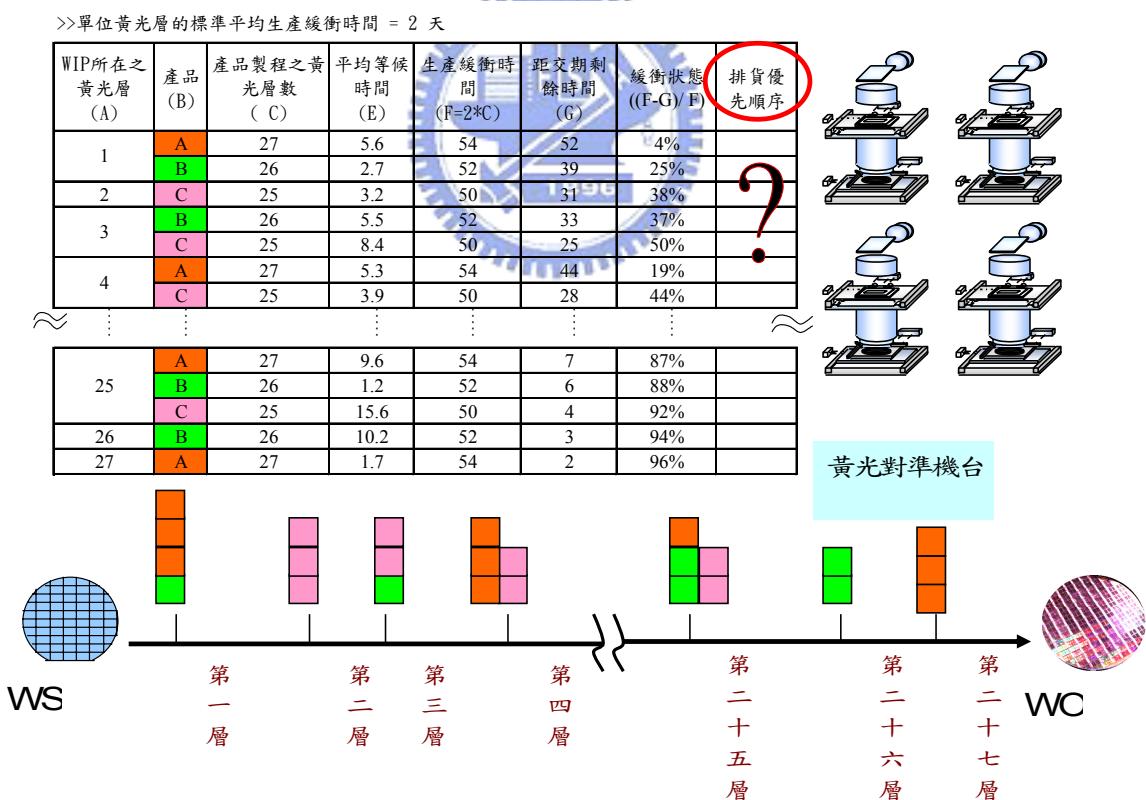


圖 3-9 黃光對準機台前各黃光對準層在製品分布狀況圖

(4) 生產週期差異大，長生產週期時間之客戶延交機率大

由於各產品特性與要求之功能不同，生產步驟數也不一致，所以各產品之生產週期時間也有

所差異，各產品之生產週期舉例如表 3-2：

表 3-2 產品之生產週期時間表

產品	黃光 Layer 數	生產週期時間 (天)
A	23	35
B	15	23
C	31	47
D	24	36
E	36	54
F	27	41
⋮	⋮	⋮

若以一個定值作為生產緩衝時間來預估可達交之日期，可能使長生產週期時間產品緩衝相對較小，導致延交的機會增加。

(5) 導入 S-DBR 可能發生之潛在後遺症摘要表 (表 3-3)

表 3-3 S-DBR 潛在後遺症

構面	特性	導入S-DBR可能發生之潛在後遺症
客戶需求	要求均量平穩的出貨	集中投入因機限問題導致產能損失
	緊急訂單	接急單可能傷害原客戶交期
生產製造	製程迴流特性	生產管制複雜，資源利用順序錯置，導致達交率降低
	機台限制多	集中投入因機限問題導致產能損失
	產能最大化要求	集中投入因機限問題導致產能損失
產品特性	生產週期不同	短生產週期客戶達交率高，長生產週期客戶達交率低
	瓶頸隨產品組合改變而飄移	瓶頸改變，將導致過早投入，生產週期拉長，達交率降低

3.3.2.2 發展化解後遺症之因應方案

(1) 集中投入而使得瓶頸閒置，產能損失

因應方案：將客戶產品依主要機限做分類，產能即依照分類好的產品群做區分，納入 Planned Load 作業以合理預估投入與產出時間，如圖 3-10 所示：

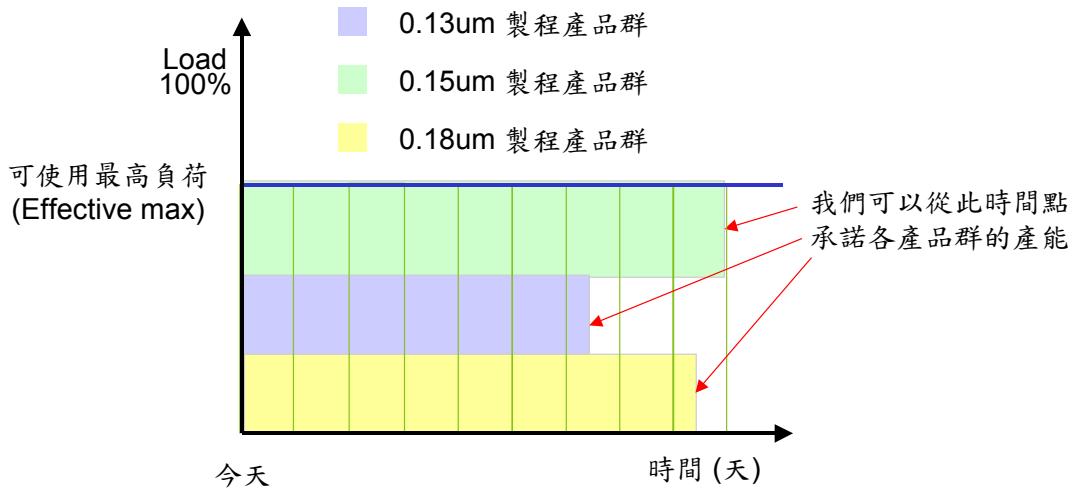


圖 3-10 各產品之已規劃負載示意圖

(2) 產品組合變化瓶頸改變，投入不足或過早投入

因應方案：檢驗前三大瓶頸產能之 Planned Load 作業，以圖 3-11 為例，工廠內前三大瓶頸依序為 A、B、C 三機台，並計算所有確認訂單在各機台之累積負荷，同時以新訂單的負荷加入至各機台，可確認產品組合更動後確切之瓶頸機台已從 A 機台變為 B 機台，以瓶頸機台 B 機台為規劃之基準，計算產出日期承諾客戶，以並計算投入日期，以避免瓶頸漂移而樂觀規劃或產能損失。

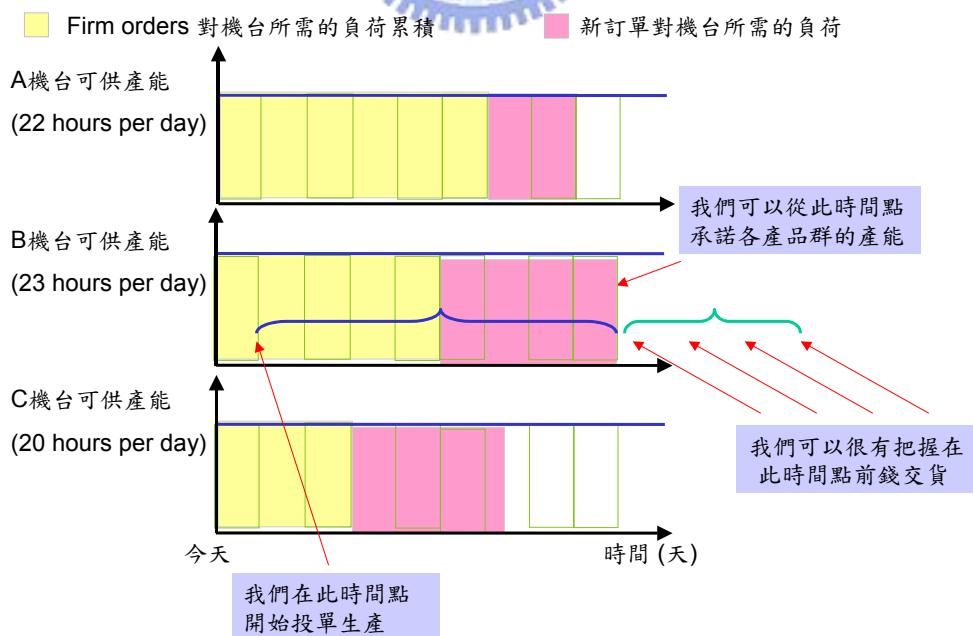


圖 3-11 前三大瓶頸產能之已規劃負載示意圖

(3) 迴流製程增加生產管制難度，達交率降低

因應方案：依照緩衝管理之公式計算每一件工單的緩衝狀態，也就是緩衝耗用程度，耗用程度愈大者其值愈大，緩衝耗用程度愈大者代表需要優先被生產（範例如表 3-4），公式如下：

$$\begin{aligned} \text{緩衝狀態之計算公式} &= (\text{生產緩衝時間} - \text{距交期剩餘時間}) \div \text{生產緩衝時間} \\ &= (\text{今日日期} - \text{投入日期}) \div \text{生產緩衝時間} \end{aligned}$$

表 3-4 緩衝狀態法派工順序示意表

>>單位黃光層的標準平均生產緩衝時間 = 2 天

WIP所在之黃光層 (A)	產品 (B)	產品製程之黃 光層數 (C)	平均等候 時間 (E)	生產緩衝時 間 (F=2*C)	距交期剩 餘時間 (G)	緩衝狀態 $H=(F-G)/F$	排貨優 先順序 Max H
1	A	27	5.6	54	52	4%	12
	B	26	2.7	52	39	25%	10
2	C	25	3.2	50	31	38%	8
3	B	26	5.5	52	33	37%	9
	C	25	8.4	50	25	50%	6
4	A	27	5.3	54	44	19%	11
	C	25	3.9	50	28	44%	7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
25	A	27	9.6	54	7	87%	5
	B	26	1.2	52	6	88%	4
	C	25	15.6	50	4	92%	3
26	B	26	10.2	52	3	94%	2
27	A	27	1.7	54	2	96%	1

(4) 生產週期差異大，長生產週期時間客戶延交機率大

因應方案：避免以單一值做為生產緩衝時間，考慮各產品特性，給定每一道黃光層的標準平均生產緩衝時間，以黃光層數為基礎單位評估各產品的生產緩衝時間。假定單位黃光層的標準平均生產緩衝時間等於 1.5 天，於是各產品之生產緩衝時間表即如表 3-5 所示：

表 3-5 產品之生產緩衝時間表

產品	黃光 Layer 數	生產緩衝時間(天)
A	23	35
B	15	23
C	31	47
D	24	36
E	36	54
F	27	41
:	:	:

(5) 導入 S-DBR 可能發生之潛在後遺症因應方案摘要表 (如表 3-6 所示)

表 3-6 潛在後遺症因應方案摘要表

構面	特性	導入S-DBR可能發生之潛在後遺症	解決方案
客戶需求	要求均量平穩的出貨	集中投入因機限問題導致產能損失	將客戶產品依主要機限分類管理，納入Planned Load作業以合理預估投入與產出時間
	緊急訂單	接急單可能傷害原客戶交期	使用預留產能概念避免資源衝突
生產製造	製程迴流特性	生產管制複雜，資源利用順序錯置，導致達交率降低	各機台之工件派工順序採取緩衝狀態法，其值愈大者優先派工
	機台限制多	集中投入因機限問題導致產能損失	將客戶產品依主要機限分類管理，納入Planned Load作業以合理預估投入與產出時間
	產能最大化要求	集中投入因機限問題導致產能損失	將客戶產品依主要機限分類管理，納入Planned Load作業以合理預估投入與產出時間
產品特性	生產週期不同	短生產週期客戶達交率高，長生產週期客戶達交率低	給定每一層PH_Layer的生產緩衝時間，以PH_Layer數為基礎單位評估各產品的生產緩衝時間
	瓶頸隨產品組合改變而飄移	瓶頸改變，將導致過早投入，生產週期拉長，達交率降低	檢驗前三大瓶頸產能之Planned Load作業，以新瓶頸決定投入及產出日期承諾客戶，避免瓶頸漂移而樂觀規劃或產能損失

3.3.3 晶圓製造廠導入 S-DBR 的執行做法

配合晶圓製造廠之生產特性，考慮迴流製程、機台限制、客戶要求……等影響，同時避免可能產生之後遺症，以 S-DBR 中心思想為主要依據，從已規劃負載的評估，投片日與交貨日之計算，以及執行面生產順序三方面來說明可行的實務作法。

(1) 已規劃負載 (Planned Load) 的評估

因應急單的考量，在 Planned Load 作業時須保留一定比例的產能；考量機台限制的影響下，將產品分類為產品群集合，也將 Planned Load 依產品群作適當區分，以利產能最大化的安排；同時為了考慮產品組合的改變，瓶頸機台可能移轉的影響，導致產能規劃產生偏差，選出工廠負載最大的三個機台進行 Planned Load 作業，以便確認瓶頸是否移轉，提高規動作業之準確性，示意圖如圖 3-12。

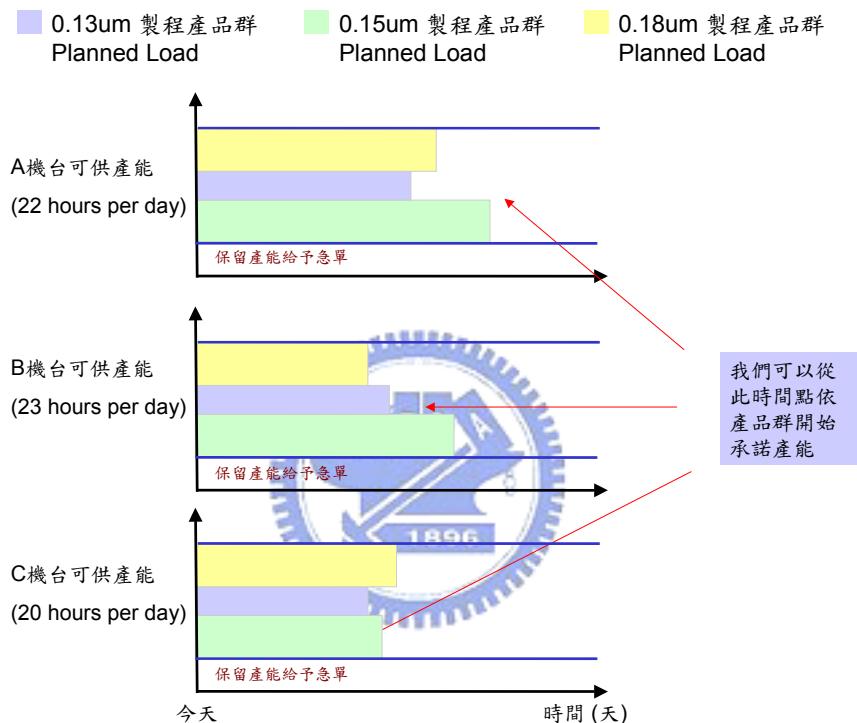


圖 3-12 已規劃負載 (Planned Load) 的評估示意圖

(2) 投片日與交貨日之決定

新訂單先判斷其產品群類別，並計算前三大瓶頸新訂單所需之負載，即可判斷何者為真實瓶頸，依真實瓶頸來評估交期與投入時間；新訂單的可達交的日期就以真實瓶頸上該產品群的“已規畫負載”加上 1/2 的生產緩衝時間來決定，而可達交日期向前推算一個生產緩衝時間，即是投單生產日期，示意圖如圖 3-13。急單 (短生產週期時間) 訂單則使用保留產能來評估，決定投片日與交貨日之做法與一般訂單無異。

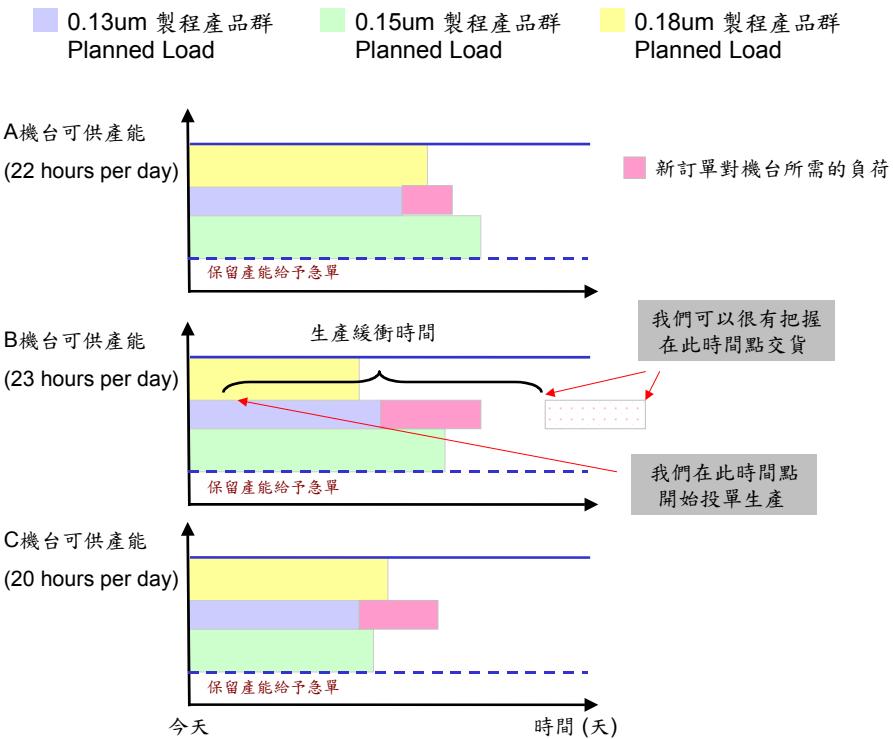


圖 3-13 投片日與交貨日之決定示意圖

生產緩衝時間的決定避免使用單一值，考慮各產品製造程序長短的差異，使用單位黃光層的標準平均生產緩衝時間與黃光層數來作預估，公式如下：

$$\text{生產緩衝時間} = (\text{黃光層數} \times \text{單位黃光層的標準平均生產緩衝時間})$$

(3) 執行面生產優先順序之依據

考量但導體製造程序複雜且機台限制眾多的情況下，為滿足客戶需求交期，以產品達交率為首要考量，依照緩衝管理之公式計算每一件工單的緩衝狀態，也就是緩衝耗用程度，耗用程度愈大者其值愈大，緩衝耗用程度愈大者代表需要優先被生產，公式如下：

$$\begin{aligned}\text{緩衝狀態之計算公式} &= (\text{生產緩衝時間} - \text{距交期剩餘時間}) \div \text{生產緩衝時間} \\ &= (\text{今日日期} - \text{投入日期}) \div \text{生產緩衝時間}\end{aligned}$$

第四章 效果驗證與分析

4.1 模擬背景描述

非迴流製程之模擬驗證已證明 S-DBR 是有效的，請參考附錄【4】。本章節之模擬設計乃針對半導體製程迴流特性做設計，驗證 S-DBR 之投片方法與派工模式應用於迴流製程是否可行。參考「TOC 限制理論-從有限走向無限」【13】書中之 Job Shop 模擬遊戲做法，設計工廠只有 4 個工作站，分別是 A、B、C、D。同時工廠只生產四種產品，分別是甲、乙、丙、丁，各產品之理論生產時間分別是 6、6、9、13 天，迴流製造程序如表 4-1 所示：

表 4-1 產品基本資料表

產品	製造程序	Touch Time	機台經過次數			
			A	B	C	D
甲	A→B→C→D→B→D	6	1	2	1	2
乙	A→C→B→C→B→D	6	1	2	2	1
丙	A→B→C→B→C→B→D→B→D	9	1	4	2	2
丁	A→B→C→B→D→B→C→B→D→B→C→B→D	13	1	6	3	3

其中每一產品在每一工作站的生產加工時間都為 1 天，客戶訂單使用 Excel VBA 函數 (Rnd) 隨機排序與選取，得到一組訂單順序如表 4-2：



表 4-2 隨機取樣訂單順序(一)

訂單到達日(隨)	產品順序(隨)	產品編號
1	丙	丙1
1	丙	丙2
2	丙	丙3
2	乙	乙1
3	乙	乙2
3	丁	丁1
3	甲	甲1
5	丁	丁2
5	丁	丁3
6	丙	丙4
6	甲	甲2
7	乙	乙3
7	丁	丁4
7	丁	丁5
7	乙	乙4
8	丁	丁6
8	丁	丁7
9	甲	甲3
9	丁	丁8
10	乙	乙5
10	丙	丙5
11	丁	丁9
12	甲	甲4
12	丙	丙6
12	乙	乙6
訂單到達日(隨)	產品順序(隨)	產品編號
13	乙	乙7
13	丙	丙7
14	丙	丙8
14	乙	乙8
14	乙	乙9
15	丁	丁10
15	丁	丁11
15	丙	丙9
15	丁	丁12
16	丁	丁13
17	甲	甲5
18	丙	丙10
20	丁	丁14
20	甲	甲6
21	丙	丙11
22	甲	甲7
22	丁	丁15
23	丙	丙12
24	甲	甲8
24	丙	丙13
24	甲	甲9
24	甲	甲10
25	丁	丁16
25	乙	乙10
27	甲	甲11
訂單到達日(隨)	產品順序(隨)	產品編號
27	乙	乙11
27	乙	乙12
28	乙	乙13
28	丁	丁17
28	丁	丁18
29	乙	乙14
29	乙	乙15
29	甲	甲12
30	甲	甲13
30	丙	丙14
30	乙	乙16
32	乙	乙17
32	丙	丙15
32	乙	乙18
32	丙	丙16
33	甲	甲14
34	甲	甲15
34	丙	丙17
34	甲	甲16
34	乙	乙19
37	丁	丁19
37	乙	乙20
37	丁	丁20
38	乙	乙21
39	乙	乙22
訂單到達日(隨)	產品順序(隨)	產品編號
39	丁	丁21
44	丙	丙18
44	丙	丙19
44	乙	乙23
45	甲	甲17
45	丙	丙20
46	丙	丙21
46	丁	丁22
47	丁	丁23
48	甲	甲18
48	丙	丙22
49	丁	丁24
49	乙	乙24
49	丙	丙23
50	丙	丙24
50	丙	丙25
50	乙	乙25
51	乙	乙26
52	乙	乙27
52	乙	乙28
52	甲	甲19
52	甲	甲20
53	丁	丁25
53	甲	甲21
51	乙	乙36

SB Ratio = Shipping Buffer / Touch Time，其中 Touch Time 代表理論生產時間，也就是不含等待或任何異常處理的時間。以個案公司為例，一般產品之 SB Ratio 約介 2.5~3.5 之間，取 SB Ratio = 3 作為 Shipping Buffer 之推估值，小數點之後採無條件進位可得到各產品之 Shipping Buffer 如表 4-3：

表 4-3 產品之生產緩衝表

產品	甲	乙	丙	丁
Shipping Buffer	18	18	27	39
Touch Time	6	6	9	13
SB ratio	3			

訂單到達日使用 Excel VBA 函數 (Rnd)，隨機選取(0,1,2,3,4)數字，決定每日訂單到達之產品數量，全部到達之訂單皆以 S-DBR 判斷投片日期與承諾達交日期，模擬隨機訂單下之實際生產績效。

4.2 S-DBR 有效性驗證

以隨機產生之訂單順序以及隨機到達之訂單數量做模擬，工廠沒有任何在製品，以 S-DBR 作法判斷是否接單，接單後決定投入日期與承諾該訂單交期，執行面由緩衝狀態決定派貨優先順序，連續執行 300 個工作日，確認產品出貨達交狀態，另外並監控與分析工廠之在製品水準、生產週期時間與瓶頸利用率。

4.2.1 單次模擬結果

模擬條件：SB Ratio = 3，訂單之順序、到達日及數量皆隨機產生，如表 4-2，生產工作 300 日。

(1) 產出與達交狀況，如表 4-4。

表 4-4 單次模擬產出總表

產品完成數	82
達交數	82
延交數	0
達交率	100%

各產品之生產工單請參考附錄【1】



(2) 機台負載狀況，表 4-5。

表 4-5 單次模擬之工作站負載表

站別	A	B	C	D
Move	87	298	172	165
天數	300	300	300	300
Loading	29%	99%	57%	55%

由機台負載狀況可得知瓶頸工作站 B 之產能利用率達到滿載，其中有 2 天閒置狀況，乃是由於模擬初期工廠沒有任何在製品所導致。

(3) 在製品數量趨勢與生產週期

a. 第 300 日結束之在製品狀況

由圖 4-1 可知，分別在工作站 B 有產品丁 24、甲 18、丙 22、丁 22，工作站 D 有產品丁 23，它們的 Buffer 狀態分別是 23%、28%、26%、69%、54%。

A 機台 產品BUFFER	B 機台 產品 BUFFER	C 機台 產品 BUFFER	D 機台 產品 BUFFER
	丁24 23%		
	甲18 28%		
	丙22 26%		
	丁22 69%		

圖 4-1 第 300 天各工作站在製品分布圖

b. 日平均在製品數量 = 5.2，在製品日趨勢變化圖如圖 4-2：

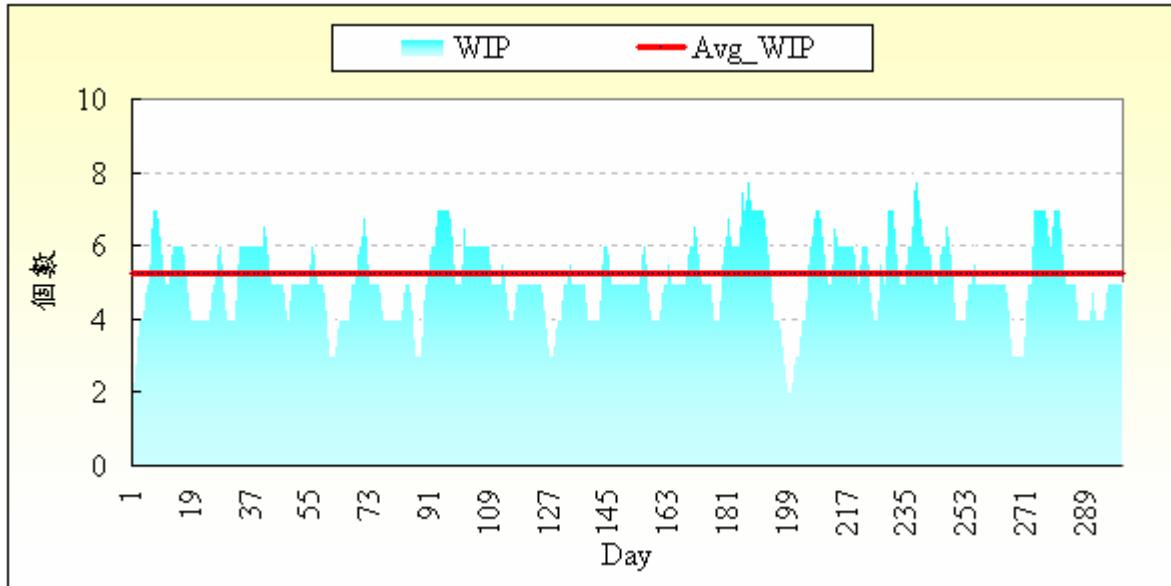


圖 4-2 在製品日趨勢變化圖

c. 各產品生產週期

各產品之平均生產週期時間均小於 Shipping Buffer，生產週期時間表現良好（表 4-6）。

表 4-6 單次模擬之產品生產週期時間表

產品	甲	乙	丙	丁
數量	17	23	21	21
Avg CT	13.4	11.7	18.3	29.0
Shipping Buffer	18	18	27	39
Touch Time	6	6	9	13

由模擬結果可發現，使用 S-DBR 可確保客戶訂單達交狀況良好，同時生產週期時間表現也在市場可以接受的範圍。

4.2.2 三十組隨機訂單模擬結果

為求得模擬資料之有效性，針對隨機之訂單順序共取樣 30 組，每組訂單到達日亦取隨機模式，各組訂單順序請見附錄【2】，分別執行 300 個工作日的生產模擬，確認相關生產績效。

模擬條件：SB Ratio=3，隨機訂單順序 30 組 (請見附錄【2】資料)，各生產工作 300 日。

(1) 產出與達交狀況

由表 4-7 可知，無論訂單順序如何變化，皆可確保訂單百分之百的達交。由於訂單順序不同以及各產品耗用瓶頸資源次數多寡不同，使得每一次的模擬產出不盡相同。

表 4-7 30 次模擬產出數量

模擬次數別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
產品完成數	83	89	78	84	87	81	82	84	90	76	78	88	84	83	79
達交數	83	89	78	84	87	81	82	84	90	76	78	88	84	83	79
甲	19	18	19	24	23	14	20	17	27	14	13	20	24	21	15
乙	25	28	17	21	24	22	22	23	24	17	18	24	20	23	21
丙	17	28	16	16	20	26	16	25	23	18	25	30	18	16	19
丁	22	15	26	23	20	19	24	19	16	27	22	14	23	24	24
延交數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
達交率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
模擬次數別	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
產品完成數	88	89	83	79	86	86	83	85	83	82	86	89	80	86	88
達交數	88	89	83	79	86	86	83	85	83	82	86	89	80	86	88
甲	31	24	23	24	19	25	23	23	21	19	20	31	18	16	17
乙	15	21	18	13	29	19	19	22	16	21	29	17	18	29	32
丙	25	30	22	18	18	26	18	20	28	21	13	25	22	21	21
丁	17	14	20	25	21	16	23	20	18	21	24	16	22	20	18
延交數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
達交率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

(2) 機台負載狀況

由機台負載狀況表可得知瓶頸工作站 B 之平均產能利用率皆達到滿載水準(99%)，表 4-8，圖 4-3)，S-DBR 能有效的確保瓶頸資源避免閒置。

註：由於模擬之初期工廠並無在製品，扣除模擬開始的前兩天瓶頸工作站 B 會產生的閒置，可以推得利用率滿載的水準是 99% (=298/300)。

表 4-8 30 次模擬之工作站負載表

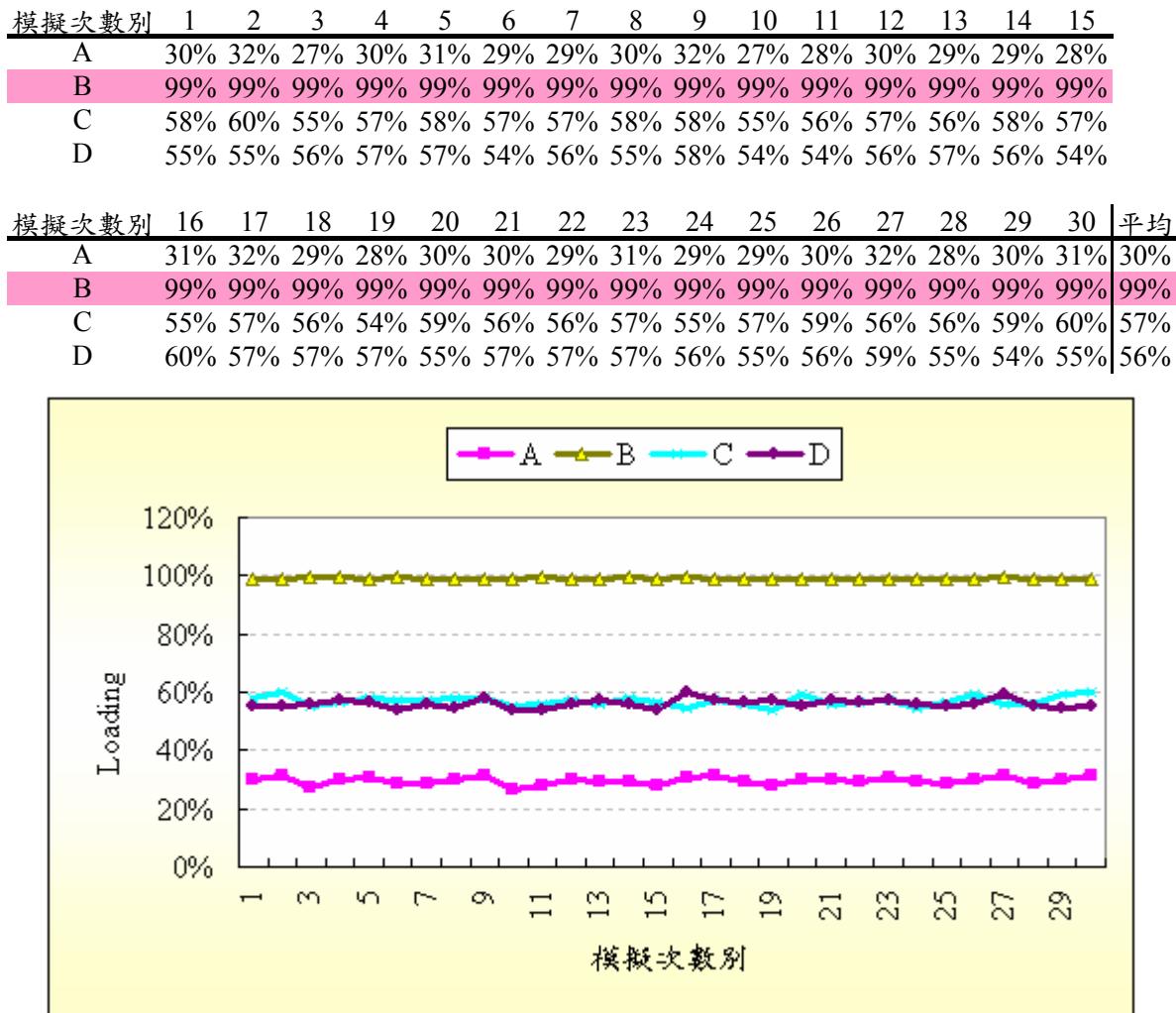


圖 4-3 30 次模擬之工作站負載圖

(3) 在製品數量與生產週期

a. 日平均在製品數量

30組平均之日平均在製品數量 = 5.24，各組模擬日平均在製品數量圖如圖 4-4：

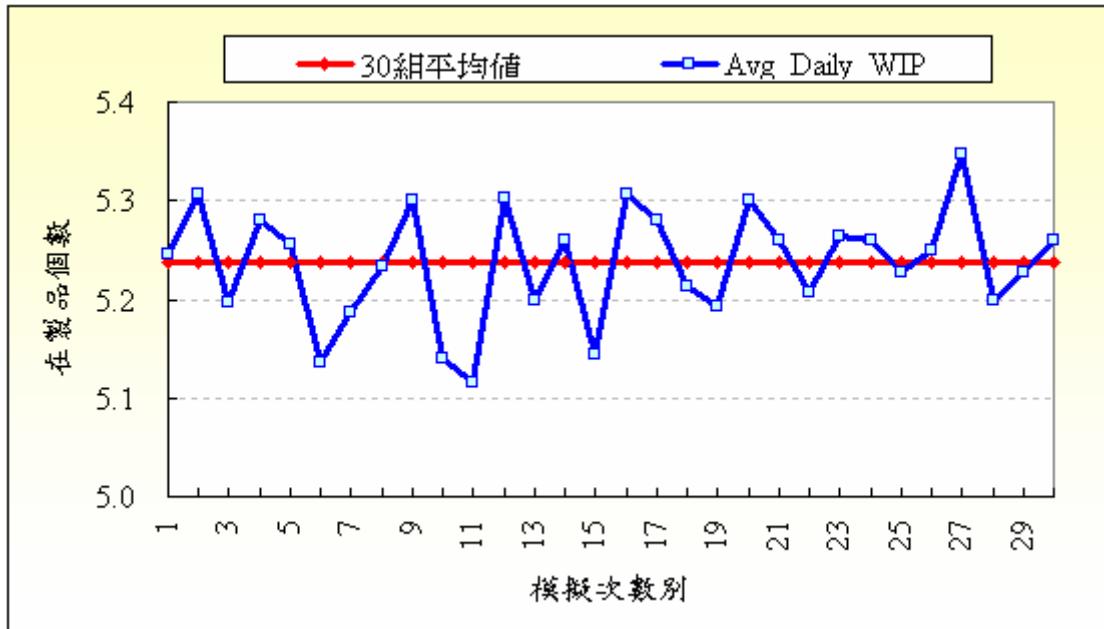


圖 4-4 各模擬次數之在製品數量圖

b. 各產品生產週期

各產品之平均生產週期時間均小於 Shipping Buffer，生產週期時間表現良好（表 4-9）。

表 4-9 30 次模擬之各產品生產週期時間

模擬次數別	SB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
甲	18	13.4	13.3	13.1	12.8	12.6	13.3	12.9	12.9	12.7	12.9	12.2	13.0	13.3	12.5	13.1
乙	18	11.6	11.4	11.6	11.5	11.3	11.4	11.3	11.3	11.3	11.6	11.7	11.8	11.1	11.2	11.3
丙	27	18.9	19.3	18.5	19.0	19.5	19.3	18.5	19.2	18.8	18.7	19.0	19.0	18.7	19.6	18.9
丁	39	28.6	29.3	29.1	29.0	28.6	27.8	29.1	28.9	29.8	29.0	28.9	30.1	27.3	27.9	29.0
模擬次數別	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	平均
甲	12.8	12.9	12.9	12.8	12.9	12.4	12.9	12.9	12.9	13.6	13.6	13.5	13.1	13.5	13.1	13.0
乙	11.9	11.2	11.6	11.9	11.3	11.7	11.7	11.1	11.8	11.8	11.7	11.8	10.8	11.6	11.5	11.5
丙	19.0	19.0	18.9	18.5	19.1	19.1	18.9	18.8	19.3	18.9	18.5	18.9	19.6	18.4	18.9	19.0
丁	29.3	29.7	29.0	27.7	27.9	29.3	28.5	29.7	29.1	28.4	28.5	28.3	29.0	28.8	29.3	28.8

由模擬結果可發現，即使各種不同的隨機訂單組合順序之下，使用 S-DBR 依然可確保客戶訂單順利達交，生產週期時間表現也很好。

4.3 Shipping Buffer 長短對生產績效之影響評估

驗證改變 Shipping Buffer 長短確認是否會對 S-DBR 作法產生影響，是否仍能確保產品達交。

模擬條件：SB Ratio = 1.1, 1.2, 1.3, ……, 3.8, 3.9, 4.0，隨機訂單順序如表 4-2，生產工作 300 日

4.3.1 達交狀況與產出分析

由表 4-10、圖 4-5 可知，在 SB Ratio ≥ 1.9 ，S-DBR 均能確保達交良好。以個案公司之經驗，業界接受之平均生產週期時間推算約 SB Ratio = 3，模擬結果並顯示產出數量並不會隨 Shipping Buffer 增加而上升；倒是業界可以嘗試更低的生產週期時間(SB Ratio < 3)，同時可降低在製品水準與存貨成本，以增加公司產品的競爭力。

表 4-10 不同 Shipping Buffer 之產品達交狀況

SB Ratio	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
產品完成數	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
達交數	3	9	14	22	45	40	54	67	79	82	82	82	82	82	82
甲	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
乙	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
丙	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
丁	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
延交數	79	73	68	60	37	42	28	15	3	0	0	0	0	0	0
達交率	11%	17%	27%	55%	49%	66%	82%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SB Ratio	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4
產品完成數	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
達交數	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
甲	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
乙	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
丙	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
丁	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
延交數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

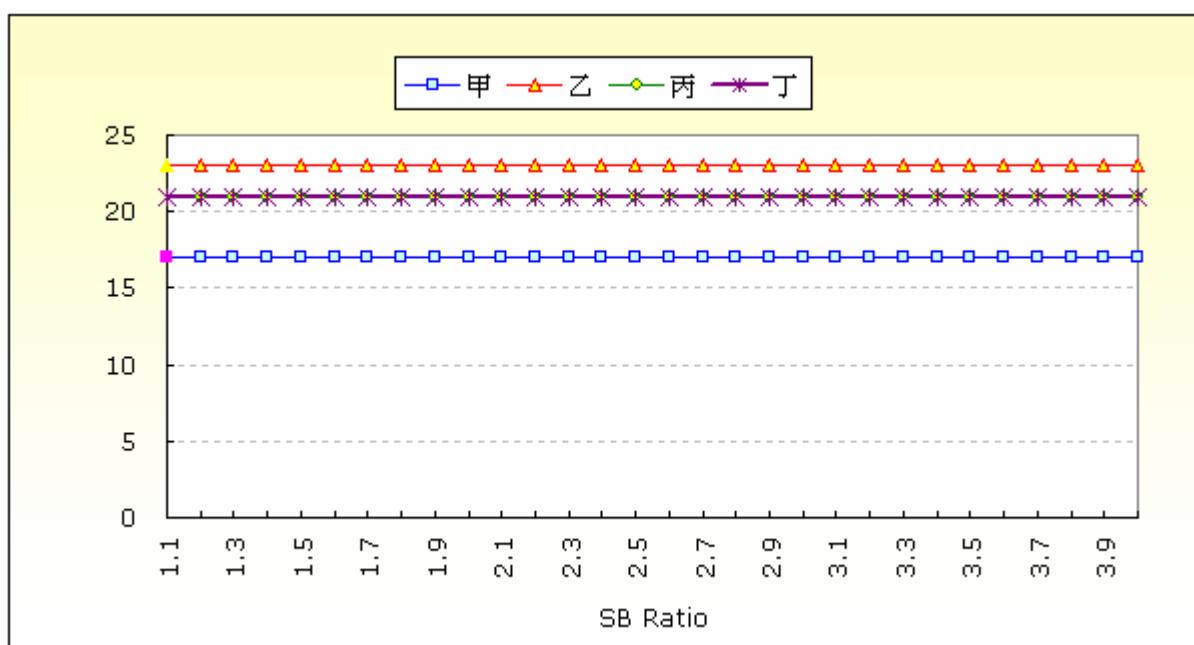


圖 4-5 不同 Shipping Buffer 之各產品產出圖

4.3.2 Shipping Buffer 長短對其他生產指標之影響

(1) Shipping Buffer 對瓶頸機台利用率之評估

由表 4-11、圖 4-6 可知，Shipping Buffer 大小不影響瓶頸工作站之機台利用率，基本上皆能維持滿載水準。

表 4-11 不同 Shipping Buffer 之工作站負載表

SB Ratio	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
A	28%	28%	28%	28%	28%	28%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
B	98%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
C	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%
D	54%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%
SB Ratio	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4
A	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
B	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
C	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%
D	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%

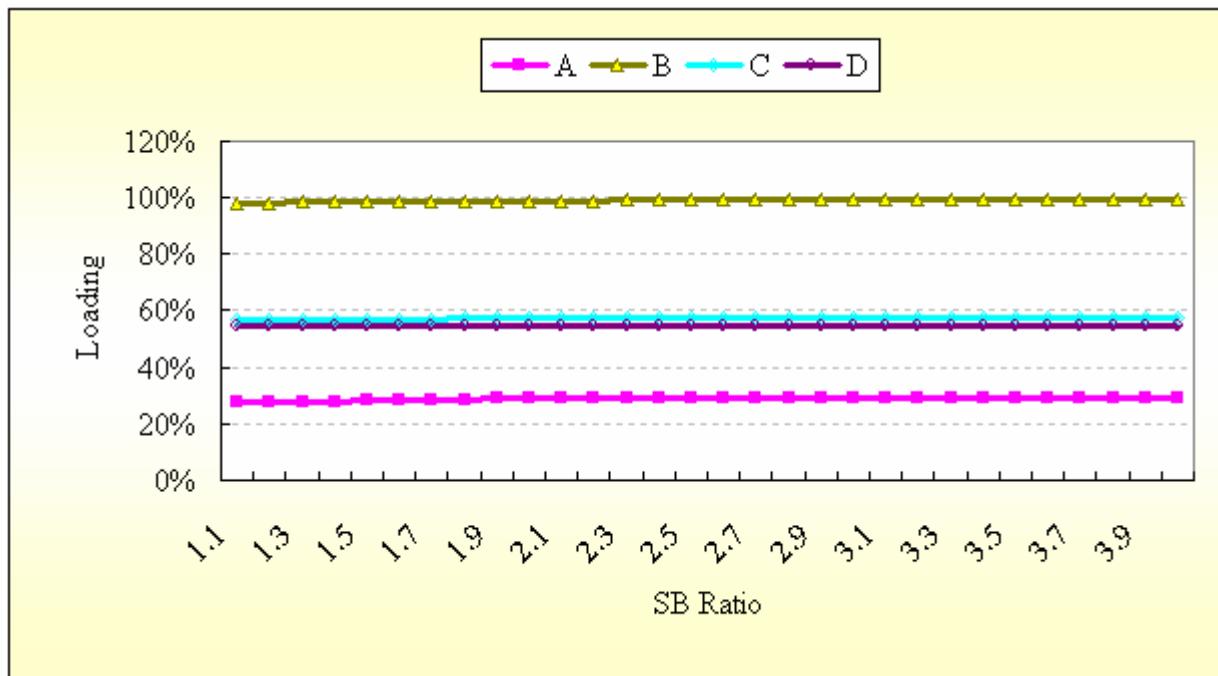


圖 4-6 不同 Shipping Buffer 之工作站負載圖

(2) Shipping Buffer 對產品生產週期之評估

由表 4-12、圖 4-7 可知，Shipping Buffer 愈長，各產品之生產週期時間愈長；相對而言，生產時間週期拉長的程度也與產品之理論生產時間成正向關係。

表 4-12 不同 Shipping Buffer 之產品生產週期時間

SB Ratio	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
甲	9.6	10.2	9.7	9.6	9.9	10.4	10.6	10.4	10.6	10.9	11.4	11.6	11.6	12.2	11.5
乙	8.4	9.0	8.4	8.5	8.6	9.2	9.3	8.8	9.4	9.4	9.8	10.4	9.8	10.3	10.0
丙	13.6	13.6	13.6	13.6	14.5	14.4	15.3	14.6	15.3	15.4	15.5	16.2	15.9	16.6	16.7
丁	18.9	19.5	18.9	19.9	20.9	21.0	22.0	22.1	22.4	23.4	24.1	24.4	25.1	25.9	26.1
SB Ratio	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4
甲	12.5	12.9	12.9	13.5	13.4	13.9	14.5	14.4	14.5	15.0	15.2	15.6	15.6	16.2	16.4
乙	10.8	11.3	11.0	11.8	11.7	12.0	12.7	12.7	12.9	13.2	13.5	13.7	14.0	14.3	14.4
丙	17.4	17.6	18.2	18.3	18.3	19.0	19.3	20.0	20.1	21.0	21.2	22.0	22.2	23.0	23.0
丁	27.1	27.9	28.1	29.0	29.0	30.0	30.9	31.0	31.8	32.5	32.7	33.7	34.3	34.5	35.4

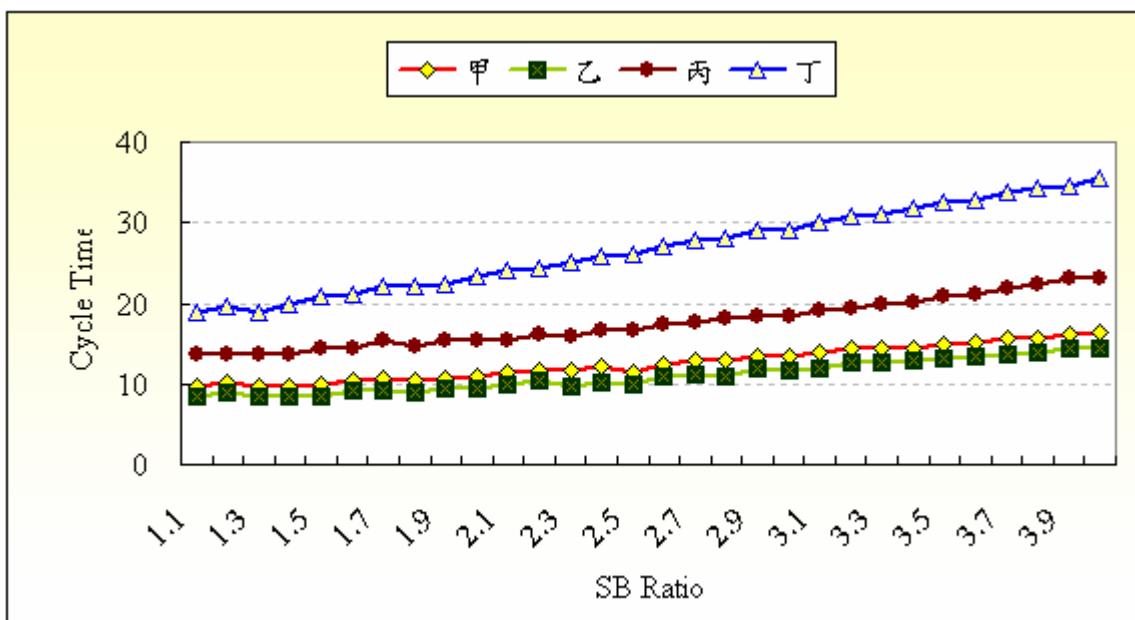


圖 4-7 不同 Shipping Buffer 之產品生產週期時間圖

4.4 派貨方式比較及影響評估

以 S-DBR 的產能評估方式決定接單與投片，針對關鍵比值法與緩衝狀態兩種派工法則，比較不同的 Shipping Buffer 下的生產績效是否有所差異。

模擬條件：SB Ratio = 1.1, 1.2, 1.3, ……, 3.8, 3.9, 4.0，隨機訂單順序如表 4-2。生產工作 300 日。

4.4.1 達交狀況與產出數量之比較

由表 4-13、圖 4-8 可知，以業界目前可接受之平均生產週期時間 SB Ratio = 3 來看，Buffer Status 或是以 CR 值作為執行面排貨的派工法則，均能夠確保訂單如期交貨。而產出量部分，兩種派工法則無顯著差異(檢定結果請見附錄【3】)；倒是 CR 值在長的 Shipping Buffer 下(大的 SB Ratio)，因為派貨順序非以出貨為優先，單位時間產出反而會些微下降。

表 4-13 不同派工法則之產出比較

SB Ratio	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Buffer	產品完成數	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
	達交數	3	9	14	22	45	40	54	67	79	82	82	82	82	82
	延交數	79	73	68	60	37	42	28	15	3	0	0	0	0	0
	達交率	11%	17%	27%	55%	49%	66%	82%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CR	產品完成數	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
	達交數	0	3	5	10	45	45	41	73	75	81	81	81	82	82
	延交數	82	79	77	72	37	37	41	9	7	1	1	1	0	0
	達交率	0%	4%	6%	12%	55%	55%	50%	89%	91%	99%	99%	100%	100%	100%
SB Ratio	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4
	產品完成數	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
	達交數	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
	延交數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CR	產品完成數	82	82	82	82	82	82	82	81	81	81	81	81	81	81
	達交數	82	82	82	82	82	82	82	81	81	81	81	81	81	81
	延交數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	達交率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

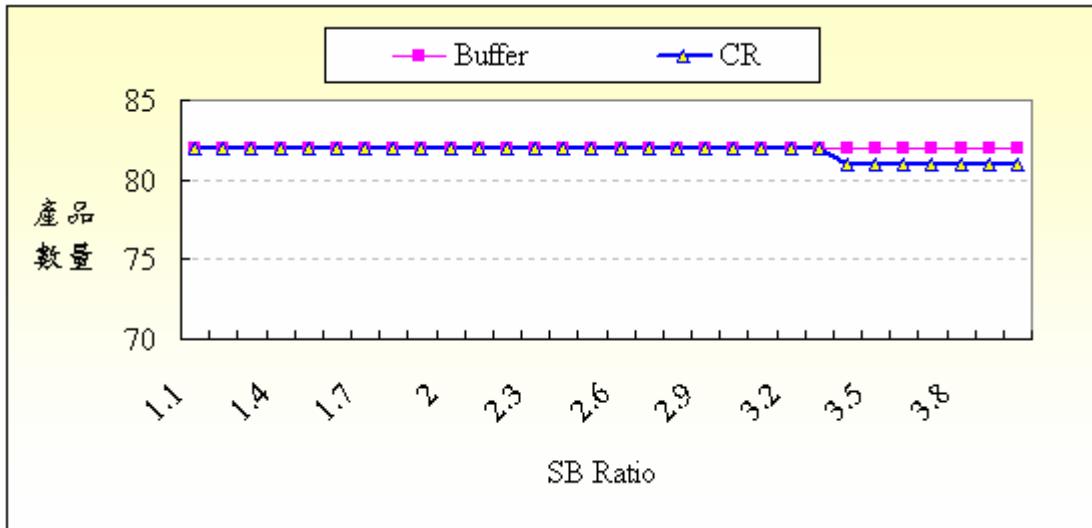


圖 4-8 Buffer 與 CR 派工方式產出比較圖

4.3.2 瓶頸利用率之比較 (表 4-14、圖 4-9)

由模擬資料可發現，以 Buffer Status 或是以 CR 值作為執行面排貨的派工法則，對瓶頸利用率均無差異(檢定結果請見附錄【3】)，皆可維持滿載水準。

表 4-14 不同派工法則之工作站負載比較

SB Ratio	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Buffer	A	28%	28%	28%	28%	28%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
	B	98%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
	C	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%
	D	54%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%
CR	A	28%	28%	28%	28%	28%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
	B	98%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
	C	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%
	D	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%
SB Ratio	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4
Buffer	A	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
	B	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
	C	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%
	D	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%
CR	A	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
	B	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
	C	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	58%	58%	58%	58%	58%	58%
	D	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	54%	55%	54%	54%

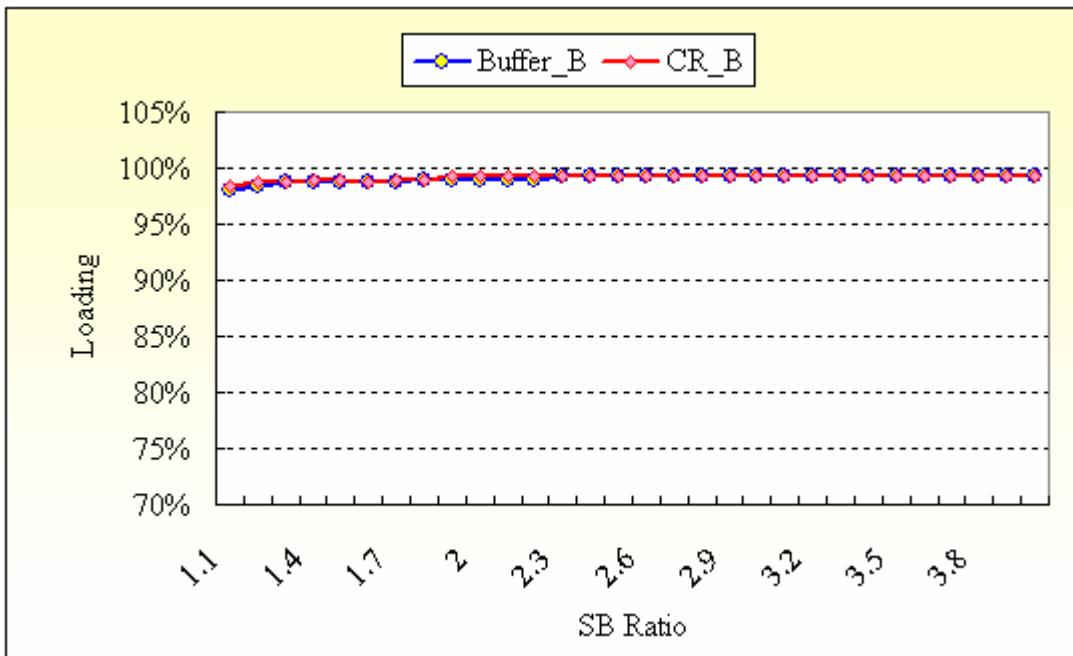


圖 4-9 Buffer 與 CR 派工方式之瓶頸利用率比較圖

4.3.3 產品生產週期時間之比較 (表 4-15)

由模擬資料可發現 (圖 4-10、圖 4-11、圖 4-12、圖 4-13)，無論是以 Buffer Status 或是以 CR 值作為執行面排貨的派工法則，Shipping Buffer 愈長，各產品之生產週期時間愈長；同時不分產品，Buffer Status 派工法則之生產週期績效均較 CR 派工法則為佳(檢定結果請見附錄【3】)；同時，兩個派工法則的生產週期時間績效之差異程度隨 Shipping Buffer 增長而增大。

表 4-15 不同派工法則之產品生產週期時間比較

SB Ratio	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
甲	Buffer	9.6	10.2	9.7	9.6	9.9	10.4	10.6	10.4	10.6	10.9	11.4	11.6	12.2	11.5
	CR	9.4	10.1	9.7	9.5	9.5	10.9	10.9	10.9	11.4	11.4	11.9	13.0	13.2	13.4
乙	Buffer	8.4	9.0	8.4	8.5	8.6	9.2	9.3	8.8	9.4	9.4	9.8	10.4	9.8	10.0
	CR	8.8	9.5	9.3	9.6	9.6	10.8	11.0	11.0	11.5	11.5	12.3	13.1	13.0	13.6
丙	Buffer	13.6	13.6	13.6	13.6	14.5	14.4	15.3	14.6	15.3	15.4	15.5	16.2	15.9	16.6
	CR	13.1	13.0	13.8	13.5	14.5	15.4	15.8	16.6	17.5	17.5	18.0	19.0	19.9	21.6
丁	Buffer	18.9	19.5	18.9	19.9	20.9	21.0	22.0	22.1	22.4	23.4	24.1	24.4	25.1	25.9
	CR	18.0	18.6	19.0	19.3	20.3	21.3	23.0	23.9	24.2	25.2	26.9	28.0	29.0	31.1
SB Ratio	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4
甲	Buffer	12.5	12.9	12.9	13.5	13.4	13.9	14.5	14.4	14.5	15.0	15.2	15.6	15.6	16.2
	CR	14.3	15.0	15.0	15.6	15.5	16.4	17.0	17.0	17.8	17.8	18.5	19.1	19.0	19.8
乙	Buffer	10.8	11.3	11.0	11.8	11.7	12.0	12.7	12.7	12.9	13.2	13.5	13.7	14.0	14.3
	CR	14.4	14.8	14.7	15.6	15.6	16.3	17.1	16.9	17.6	17.5	18.2	18.7	18.9	19.7
丙	Buffer	17.4	17.6	18.2	18.3	18.3	19.0	19.3	20.0	20.1	21.0	21.2	22.0	22.2	23.0
	CR	22.7	23.1	24.1	24.9	24.7	25.7	26.3	27.0	27.8	28.8	29.7	30.0	31.1	32.3
丁	Buffer	27.1	27.9	28.1	29.0	29.0	30.0	30.9	31.0	31.8	32.5	32.7	33.7	34.3	34.5
	CR	32.1	33.9	34.7	35.6	36.5	38.3	39.2	40.1	41.9	42.9	43.3	45.0	45.8	47.0

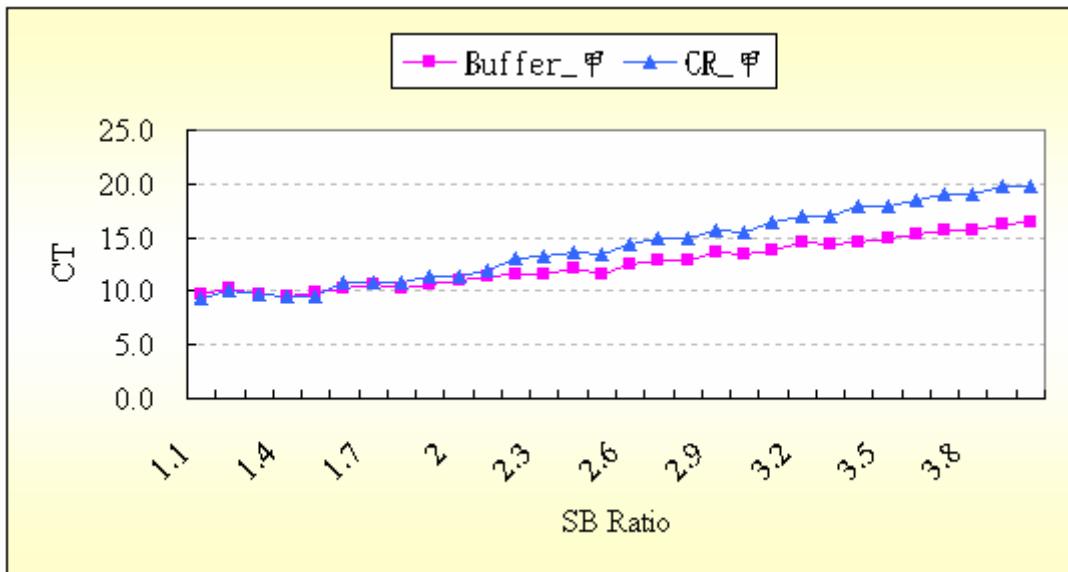


圖 4-10 Buffer 與 CR 派工方式之產品甲生產週期比較圖

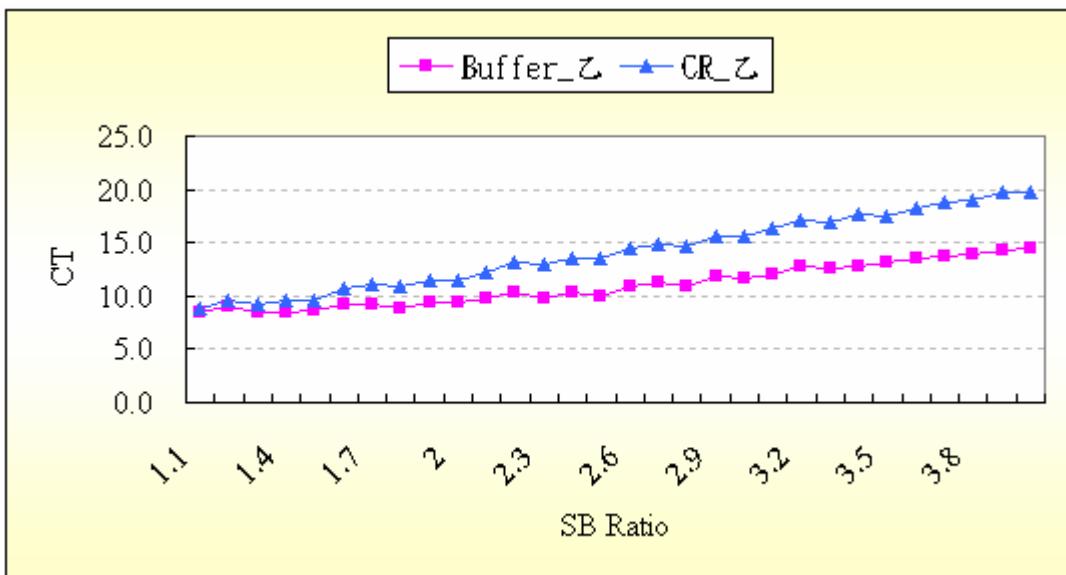


圖 4-11 Buffer 與 CR 派工方式之產品乙生產週期比較圖

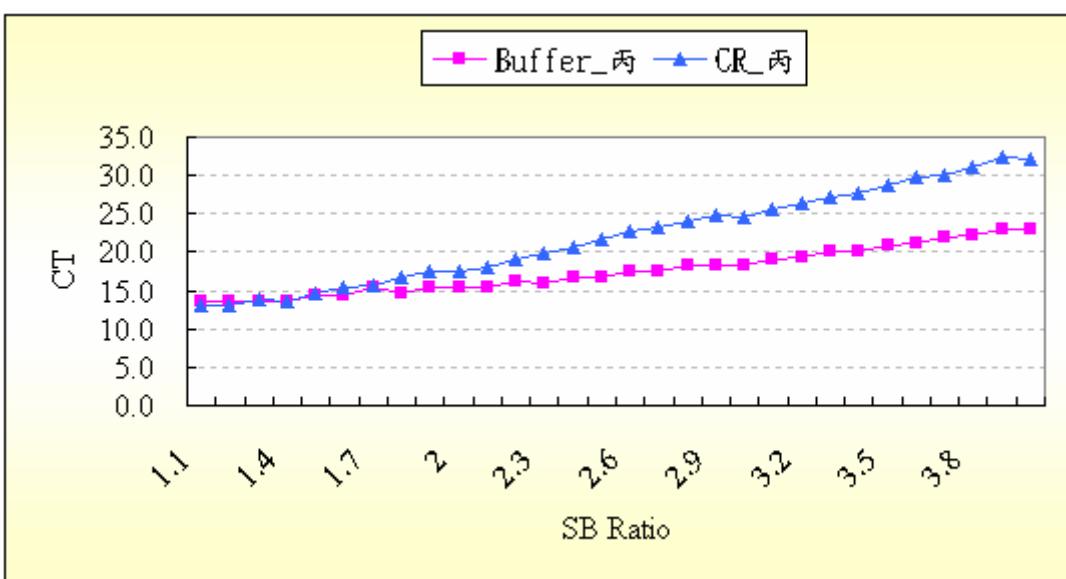


圖 4-12 Buffer 與 CR 派工方式之產品丙生產週期比較圖

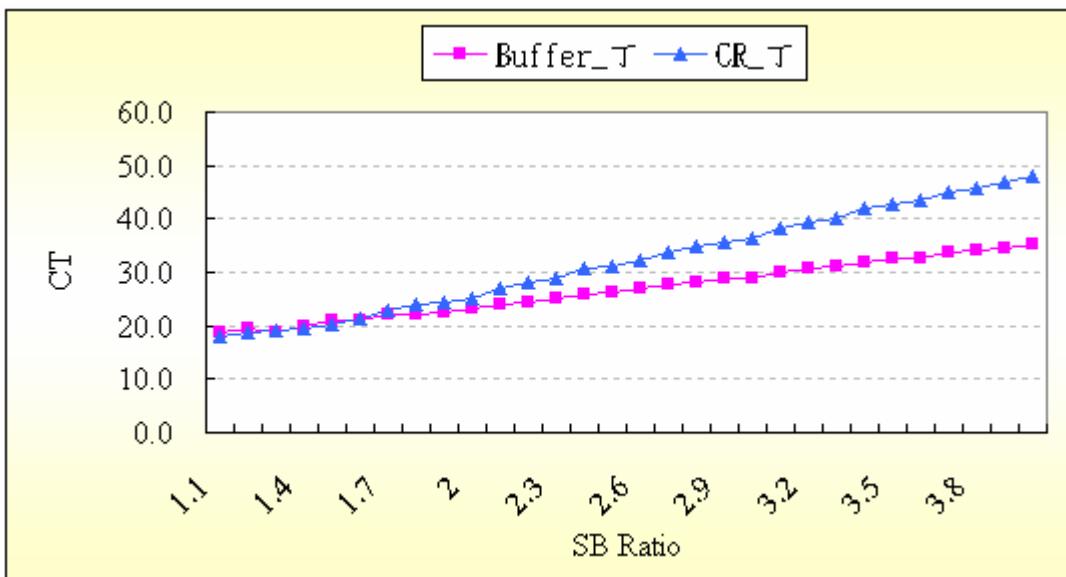


圖 4-13 Buffer 與 CR 派工方式之產品 T 生產週期比較圖



第五章 結論與建議

5.1 結論

近幾年以來，晶圓製造產業增加了許多新的競爭公司，供給量持續的擴大；從需求面觀察，整體產業也從高度成長的發展期邁入了成熟產業的階段，供不應求的局面已不再。生產管理的方法也不斷的推陳出新，從強調不斷的企業內部改善與產能的提升以增加公司的競爭力，到直接更重視滿足客戶的需求與產品的達交；於是我們想知道 S-DBR 的理論與做法在面對市場多變的需求，以及半導體特殊的迴流生產條件下，是否可以成為企業應變與管理中可依循的方向以及有效做法。從第四章的驗證裡結果可以發現，在迴流的製造程序模擬遊戲中，無論產品訂單如何的變化，或是改變生產緩衝設定值的長短程度，S-DBR 的做法均能夠維持良好的產品達交率，確保公司的信譽，滿足客戶的需求。同時重複模擬的結果也證明在製品數量控制良好，生產週期績效佳。

模擬結果另一方面也發現，生產緩衝設定的愈長，並無法增加單位時間內的產出數量。倒是對於目前業界實務上可接受的 Shipping Buffer (SB Ratio=3)而言，仍可朝向縮短生產週期時間(SB Ratio<3)的方向來提昇公司的競爭力，同時產出並不會減少，產品達交率仍可維持 100%。縮短的生產時間，對於整個半導體產業的供應鍊將可更有效率地反應市場需求，縮小供應鍊長鞭效應影響的程度。同時論文也將業界派工執行面常使用之關鍵比值法與 S-DBR 提出的緩衝狀態法做比較，結果發現在產品達交率與瓶頸利用率績效指標方面，兩者並無明顯差異；在生產週期時間的績效指標方面，緩衝狀態法則優於關鍵比值法；不過無論使用何種派工法則，以 S-DBR 的做法承諾客戶交期依舊能確保良好的產品達交率。驗證結果摘要請見表 5-1。

表 5-1 S-DBR 效果驗證摘要表

	SB Ratio	達交率	生產週期時間	瓶頸利用率	單位時間產出
有效性驗證	3.0	100%	佳	100%	最大產出
Shipping Buffer 評估	長	4.0	100%	長	
	↑	↑	↑	↑	
	中	2.0	100%	中(成正比)	100%
	↑	↑	↑	↑	無差異
	短	1.1	<100%	短	
派工方式評估	Buffer Status	3.0	100%	較短	無差異
	CR	3.0	100%	較長	無差異

5.2 未來研究方向

本篇論文針對半導體的產業特性，包括迴流的製造程序，生產週期長短不同，產能最大化利用的需求，設計 S-DBR 之生產遊戲，驗證 S-DBR 的接單、投片以及承諾交期方法之有效性，得到十分正面的結果。以遊戲模擬工廠生產的狀況，雖然具體而微的驗證了 S-DBR 應用於迴流製程的有效性，卻仍是建構在機台狀況無異常，生產加工零失誤，產品良率無變動之下的完美工廠，欲與實務面有更接近之情境，未來可再加入設備異常率、生產重工率、以及良率等相關假設，討論 S-DBR 的應用與相關的生產績效。另外，來自於客戶訂單的改變可能產生的瓶頸飄移問題，由於牽扯了產品組合選擇性的考量，本文已提出押交期相關的技術性做法，至於整體性思考的解決方案，包括客戶培養、產品毛利、產品未來性...等等短中長期企業利潤的評量，我想也會是業界未來有興趣的重要課題。



參考文獻

- 【1】 Blackstone, J.H. (2001), “Theory of Constraints-A Status Report,” International Journal of Production Research, Vol. 39, No. 6, pp.1053-1080.
- 【2】 Goldratt, E. M. (1990), The Race, NY: North River Press.
- 【3】 Goldratt, E. M. (1997), Critical Chain, NY: North River Press.
- 【4】 Schragenheim, Eli and Dettmer, H. William, (2001), “Manufacturing at Warp Speed: Optimizing Supply Chain Business Performance,” Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- 【5】 Schragenheim, Eli and Dettmer, H. William, (2000), “Manufacturing at Warp Speed-Optimizing Supply Chain Financial Performance Includes Simplified Drum-Buffer-Rope”, The Education Society for Resource Management (APICS).
- 【6】 Schragenheim, Eli and Dettmer, H. William, (2000), “Simplified Drum-Buffer-Rope A Whole System Approach to High Velocity Manufacturing,” Constraints Management Special Interest Group (CMSIG) technical conference.
- 【7】 Schragenheim, Eli and Ronen, B. (1991), “Buffer Management: A diagnostic tool for production control,” Production and Inventory Management Journal, Vol. 32, No. 2, pp. 74-79.
- 【8】 Stevenson, William J. (2002), “Operations Management,” 7th Edition, McGraw-Hill/Irwin.
- 【9】 Semiconductor International Capacity Statistics (Statistic Report – 3rd Quarter 2007), Semiconductor wafer – for Capacity and Utilization, <http://www.sicas.info/>.
- 【10】 Umble, M. M. and Srikanth, M. L. (1990), Synchronous Manufacturing-Principles for World Class Excellence, OH: South-Western Publishing Co.
- 【11】 吳滄浩 (2004),「應用限制驅導式現場排程與管理機制下瓶頸作業迴流訂單之交期控制模式」，碩士論文，中華大學科技管理研究所。
- 【12】 李榮貴 (2006), 生產管理- S-DBR 講義，新竹。
- 【13】 李榮貴、張盛鴻 (2005),「TOC 限制理論-從有限走向無限」，中國生產力中心，台北。
- 【14】 李榮貴、吳鴻輝 (1999),「限制驅導式現場排程與管理技術」，全華科技圖書，台北。
- 【15】 吳鴻輝 (2007),「限制驅導式現場排程與管理系統」，TOCGC 知識分享區，<http://www.tocgc.com.tw/knowledge.htm#artproduction>。
- 【16】 吳鴻輝、吳滄浩 (2003),「限制驅導式現場排程之緩衝時間控制模式研究」，中國工業工程學會九十二年度年會論文集，建國技術學院，彰化。
- 【17】 高德拉特 (1996),「目標」，天下遠見出版股份有限公司。
- 【18】 張琬菁 (2004),「晶圓代工廠限制驅導式生產管理系統之應用」，碩士論文，國立交通大學工業工程與管理學系。
- 【19】 蔡志弘 (1997),「零工型工廠交期設定模式之構建」，博士論文，交通大學工業工程研究所。

附錄

【1】單次模擬之各產品工單

單次模擬產品工單 甲

產品	SB	投片日	承諾日	製造程序					
				A	B	C	D	B	D
甲1	18	15	29	16	24	25	27	28	29
甲2	18	33	47	35	43	44	45	46	47
甲3	18	63	77	64	73	74	75	76	77
甲4	18	83	95	84	90	91	92	94	95
甲5	18	133	145	134	140	141	143	144	145
甲6	18	145	157	146	152	153	155	156	157
甲7	18	151	164	152	159	160	162	163	164
甲8	18	163	177	165	173	174	175	176	177
甲9	18	169	183	170	178	179	181	182	183
甲10	18	171	186	172	180	181	184	185	186
甲11	18	181	194	182	189	190	191	193	194
甲12	18	205	219	207	215	216	217	218	219
甲13	18	207	220	208	216	217	218	219	220
甲14	18	227	239	229	234	235	236	238	239
甲15	18	229	243	231	236	237	241	242	243
甲16	18	235	249	236	244	245	247	248	249
甲17	18	273	287	275	283	284	285	286	287
甲18	18	295	313	296					

單次模擬產品工單 乙

產品	SB	投片日	承諾日	製造程序					
				A	C	B	C	B	D
乙1	18	5	15	6	8	12	13	14	15
乙2	18	7	19	9	10	16	17	18	19
乙3	18	35	48	36	38	44	45	47	48
乙4	18	49	61	50	52	58	59	60	61
乙5	18	71	81	72	73	78	79	80	81
乙6	18	89	102	91	94	99	100	101	102
乙7	18	91	103	92	95	100	101	102	103
乙8	18	101	114	103	108	111	112	113	114
乙9	18	103	115	104	109	112	113	114	115
乙10	18	179	188	181	182	184	185	187	188
乙11	18	183	195	184	186	191	192	194	195
乙12	18	185	198	187	188	195	196	197	198
乙13	18	187	199	188	189	196	197	198	199
乙14	18	201	214	202	203	211	212	213	214
乙15	18	203	215	204	206	212	213	214	215
乙16	18	213	224	215	219	221	222	223	224
乙17	18	215	228	216	220	225	226	227	228
乙18	18	221	232	222	223	229	230	231	232
乙19	18	237	250	239	240	246	247	249	250
乙20	18	245	256	246	248	253	254	255	256
乙21	18	253	263	254	255	260	261	262	263
乙22	18	255	267	256	258	264	265	266	267
乙23	18	271	282	273	274	279	280	281	282

單次模擬產品工單 丙

製造程序

產品	SB	投片日	承諾日	製造程序								
				A	B	C	B	C	B	D	B	D
丙1	27	1	11	3	4	5	6	7	8	9	10	11
丙2	27	1	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10
丙3	27	2	18	4	11	12	13	14	15	16	17	18
丙4	27	25	43	26	36	37	38	39	40	41	42	43
丙5	27	69	87	70	75	76	82	83	84	85	86	87
丙6	27	81	99	82	88	89	92	93	96	97	98	99
丙7	27	89	110	90	103	104	105	106	107	108	109	110
丙8	27	93	111	94	104	105	106	107	108	109	110	111
丙9	27	113	134	114	127	128	129	130	131	132	133	134
丙10	27	131	151	132	142	143	146	147	148	149	150	151
丙11	27	143	163	145	154	155	158	159	160	161	162	163
丙12	27	155	172	156	165	166	167	168	169	170	171	172
丙13	27	161	182	162	174	175	177	178	179	180	181	182
丙14	27	205	225	206	217	218	220	221	222	223	224	225
丙15	27	213	233	214	226	227	228	229	230	231	232	233
丙16	27	219	240	220	233	234	235	236	237	238	239	240
丙17	27	227	248	228	240	241	243	244	245	246	247	248
丙18	27	259	275	260	268	269	270	271	272	273	274	275
丙19	27	263	283	264	276	277	278	279	280	281	282	283
丙20	27	271	292	272	284	285	287	288	289	290	291	292
丙21	27	275	293	276	285	286	288	289	290	291	292	293
丙22	27	293	320	294								



單次模擬產品工單 丁

產品	SB	投片日	承諾日	製造程序												
				A	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D
丁1	39	3	30	5	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
丁2	39	7	35	8	20	21	22	23	26	27	30	31	32	33	34	35
丁3	39	13	42	14	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
丁4	39	27	57	28	45	46	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
丁5	39	33	60	34	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
丁6	39	41	72	42	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
丁7	39	47	73	48	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
丁8	39	55	86	56	74	75	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
丁9	39	67	98	68	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
丁10	39	95	126	96	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
丁11	39	101	127	102	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
丁12	39	111	139	112	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
丁13	39	117	146	118	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146
丁14	39	129	158	130	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158
丁15	39	143	173	144	161	162	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173
丁16	39	163	193	164	175	176	183	185	186	187	188	189	190	191	192	193
丁17	39	179	210	180	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
丁18	39	185	211	186	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211
丁19	39	229	259	230	241	242	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
丁20	39	237	266	238	251	252	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266
丁21	39	247	278	248	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278
丁22	39	273	312	274	293	294	295	296	297	298	299	300				
丁23	39	279	318	280	294	295	296	297	298	299	300					
丁24	39	291	330	292												



【2】三十組隨機訂單列表

隨機訂單表 1

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	乙	乙1	16	乙	乙8	29	丁	丁15	42	甲	甲17
2	丁	丁1	16	丁	丁9	29	丙	丙10	42	乙	乙23
3	丁	丁2	17	甲	甲7	30	乙	乙18	43	乙	乙24
3	丙	丙1	17	乙	乙9	30	甲	甲11	43	丙	丙16
3	丁	丁3	18	甲	甲8	31	乙	乙19	44	乙	乙25
4	丁	丁4	18	丁	丁10	31	乙	乙20	45	丙	丙17
4	乙	乙2	19	丙	丙5	32	丙	丙11	45	甲	甲18
5	甲	甲1	19	乙	乙10	32	乙	乙21	45	甲	甲19
5	丁	丁5	19	乙	乙11	32	丁	丁16	46	丁	丁23
6	丁	丁6	21	丁	丁11	35	甲	甲12	46	甲	甲20
6	丙	丙2	21	丙	丙6	36	丙	丙12	46	丙	丙18
6	乙	乙3	23	丁	丁12	36	丁	丁17	46	丁	丁24
6	甲	甲2	24	丙	丙7	36	甲	甲13	47	甲	甲21
7	甲	甲3	24	乙	乙12	37	丁	丁18	47	丁	丁25
7	甲	甲4	24	丁	丁13	37	甲	甲14	47	丁	丁26
7	丙	丙3	25	乙	乙13	37	丁	丁19	47	乙	乙26
7	乙	乙4	25	乙	乙14	37	丙	丙13	48	乙	乙27
8	甲	甲5	26	甲	甲9	38	丙	丙14	48	丁	丁27
8	乙	乙5	26	乙	乙15	39	丁	丁20	48	丁	丁28
9	丙	丙4	27	甲	甲10	39	丙	丙15	50	乙	乙28
9	丁	丁7	28	丙	丙8	39	甲	甲15	50	甲	甲22
10	乙	乙6	28	丁	丁14	40	丁	丁21	50	乙	乙29
10	甲	甲6	28	乙	乙16	40	甲	甲16	51	乙	乙30
10	丁	丁8	28	丙	丙9	40	乙	乙22	51	甲	甲23
13	乙	乙7	29	乙	乙17	42	丁	丁22	51	丙	丙19

隨機訂單表 2

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	乙	乙1	11	乙	乙8	23	乙	乙19	40	丁	丁15
2	丙	丙1	11	丁	丁5	24	甲	甲12	40	丙	丙24
2	乙	乙2	12	乙	乙9	24	乙	乙20	41	丙	丙25
3	甲	甲1	12	乙	乙10	24	丁	丁9	41	乙	乙26
3	丙	丙2	13	丙	丙9	25	丙	丙14	42	甲	甲14
3	丙	丙3	13	乙	乙11	25	丁	丁10	42	乙	乙27
4	甲	甲2	13	丙	丙10	27	丁	丁11	42	甲	甲15
5	甲	甲3	14	丙	丙11	27	丙	丙15	42	丙	丙26
5	丙	丙4	14	甲	甲7	28	丙	丙16	43	甲	甲16
6	丁	丁1	15	乙	乙12	28	甲	甲13	45	甲	甲17
6	丙	丙5	15	甲	甲8	30	丁	丁12	45	乙	乙28
7	乙	乙3	17	丁	丁6	30	乙	乙21	46	甲	甲18
7	甲	甲4	17	乙	乙13	33	丙	丙17	47	丙	丙27
7	乙	乙4	17	丙	丙12	34	丙	丙18	47	丙	丙28
7	丁	丁2	17	乙	乙14	34	丁	丁13	48	乙	乙29
8	丁	丁3	19	丁	丁7	34	丙	丙19	49	乙	乙30
8	乙	乙5	19	乙	乙15	34	丙	丙20	51	乙	乙31
8	乙	乙6	20	丁	丁8	35	丁	丁14	51	丙	丙29
8	丙	丙6	20	甲	甲9	35	乙	乙22	51	甲	甲19
9	丙	丙7	20	乙	乙16	35	丙	丙21	52	甲	甲20
10	甲	甲5	22	甲	甲10	36	丙	丙22	53	丁	丁16
10	丙	丙8	22	乙	乙17	37	丙	丙23	53	甲	甲21
10	丁	丁4	22	乙	乙18	37	乙	乙23	54	乙	乙32
10	乙	乙7	23	丙	丙13	38	乙	乙24	54	丙	丙30
11	甲	甲6	23	甲	甲11	38	乙	乙25	54	丁	丁17

隨機訂單表 3

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	乙	乙1	12	甲	甲10	26	丙	丙11	37	丁	丁25
1	甲	甲1	13	丙	丙5	26	甲	甲16	38	丙	丙16
1	丙	丙1	13	丙	丙6	26	乙	乙12	38	丁	丁26
2	丙	丙2	13	丁	丁9	27	甲	甲17	39	丁	丁27
2	乙	乙2	13	乙	乙5	28	丁	丁15	39	丁	丁28
2	丙	丙3	14	甲	甲11	28	乙	乙13	39	丁	丁29
2	丁	丁1	14	丁	丁10	28	甲	甲18	39	乙	乙18
3	甲	甲2	14	甲	甲12	29	丁	丁16	41	丙	丙17
4	甲	甲3	15	甲	甲13	29	丙	丙12	42	丙	丙18
4	甲	甲4	15	丙	丙7	29	乙	乙14	42	甲	甲20
5	甲	甲5	15	乙	乙6	29	丁	丁17	42	乙	乙19
5	丙	丙4	18	丙	丙8	31	丁	丁18	43	乙	乙20
7	丁	丁2	18	丁	丁11	31	丁	丁19	44	丁	丁30
7	甲	甲6	18	丙	丙9	31	乙	乙15	47	丁	丁31
7	乙	乙3	18	丁	丁12	31	乙	乙16	47	乙	乙21
8	丁	丁3	19	丁	丁13	32	丁	丁20	47	丁	丁32
8	乙	乙4	19	乙	乙7	32	丁	丁21	47	丙	丙19
8	甲	甲7	19	丁	丁14	32	丙	丙13	48	丁	丁33
8	丁	丁4	20	丙	丙10	32	丁	丁22	48	乙	乙22
10	甲	甲8	20	乙	乙8	33	丙	丙14	48	丁	丁34
10	甲	甲9	20	甲	甲14	35	乙	乙17	49	乙	乙23
10	丁	丁5	20	甲	甲15	35	丁	丁23	49	甲	甲21
12	丁	丁6	23	乙	乙9	35	丙	丙15	50	丁	丁35
12	丁	丁7	25	乙	乙10	37	丁	丁24	50	丙	丙20
12	丁	丁8	26	乙	乙11	37	甲	甲19	51	丁	丁36

隨機訂單表 4

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	甲	甲1	13	乙	乙6	25	乙	乙13	34	丁	丁20
1	丙	丙1	14	乙	乙7	25	丁	丁14	34	乙	乙20
1	丁	丁1	14	丁	丁9	25	丁	丁15	34	丁	丁21
3	甲	甲2	14	丁	丁10	25	乙	乙14	35	丁	丁22
3	乙	乙1	15	乙	乙8	26	甲	甲17	35	甲	甲24
3	乙	乙2	15	丙	丙4	26	丙	丙10	35	丙	丙15
3	丁	丁2	15	甲	甲10	26	甲	甲18	35	丙	丙16
4	甲	甲3	15	丁	丁11	27	乙	乙15	37	丁	丁23
4	丁	丁3	16	乙	乙9	27	丁	丁16	37	乙	乙21
4	丙	丙2	17	甲	甲11	27	丙	丙11	37	丁	丁24
4	甲	甲4	18	乙	乙10	27	乙	乙16	37	甲	甲25
5	甲	甲5	18	丙	丙5	29	丙	丙12	39	丙	丙17
5	丁	丁4	18	乙	乙11	30	甲	甲19	39	丙	丙18
5	乙	乙3	19	丙	丙6	30	甲	甲20	39	丙	丙19
7	丙	丙3	20	丙	丙7	30	乙	乙17	40	乙	乙22
7	甲	甲6	20	丙	丙8	31	丁	丁17	40	丁	丁25
9	甲	甲7	21	甲	甲12	32	甲	甲21	40	丁	丁26
9	丁	丁5	21	甲	甲13	32	丁	丁18	41	甲	甲26
9	甲	甲8	21	甲	甲14	32	甲	甲22	41	丙	丙20
10	丁	丁6	22	甲	甲15	32	丙	丙13	41	乙	乙23
10	乙	乙4	22	丁	丁12	33	乙	乙18	41	丁	丁27
10	甲	甲9	22	甲	甲16	33	丁	丁19	42	丙	丙21
11	乙	乙5	24	丙	丙9	33	甲	甲23	42	乙	乙24
11	丁	丁7	24	丁	丁13	33	丙	丙14	43	甲	甲27
13	丁	丁8	24	乙	乙12	34	乙	乙19	43	丙	丙22

隨機訂單表 5

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	乙	乙1	13	甲	甲9	27	丁	丁12	43	丁	丁18
2	丁	丁1	15	丙	丙4	28	乙	乙12	43	乙	乙21
2	甲	甲1	15	丙	丙5	28	丁	丁13	44	乙	乙22
3	丁	丁2	16	乙	乙8	29	丙	丙15	44	丁	丁19
3	丁	丁3	16	丙	丙6	30	甲	甲15	45	甲	甲20
3	乙	乙2	17	甲	甲10	31	丁	丁14	47	甲	甲21
3	甲	甲2	17	丙	丙7	31	甲	甲16	47	丙	丙20
4	乙	乙3	18	甲	甲11	31	乙	乙13	47	甲	甲22
5	丙	丙1	19	丙	丙8	31	甲	甲17	52	乙	乙23
5	乙	乙4	19	丁	丁8	32	乙	乙14	53	丁	丁20
6	丁	丁4	19	丙	丙9	33	乙	乙15	53	甲	甲23
6	甲	甲3	20	丁	丁9	35	丙	丙16	54	乙	乙24
6	丙	丙2	21	乙	乙9	36	乙	乙16	54	乙	乙25
6	甲	甲4	21	丙	丙10	36	丁	丁15	54	乙	乙26
7	丁	丁5	21	甲	甲12	36	丙	丙17	55	丁	丁21
7	甲	甲5	22	丙	丙11	36	甲	甲18	55	丙	丙21
8	乙	乙5	22	丙	丙12	38	乙	乙17	55	丁	丁22
8	乙	乙6	22	丁	丁10	38	乙	乙18	56	乙	乙27
10	甲	甲6	22	丁	丁11	38	丙	丙18	56	乙	乙28
10	甲	甲7	23	丙	丙13	38	甲	甲19	57	丁	丁23
11	乙	乙7	24	乙	乙10	40	丁	丁16	58	丙	丙22
12	甲	甲8	26	乙	乙11	41	乙	乙19	58	乙	乙29
12	丁	丁6	26	丙	丙14	41	乙	乙20	58	丙	丙23
13	丁	丁7	26	甲	甲13	41	丁	丁17	59	甲	甲24
13	丙	丙3	26	甲	甲14	43	丙	丙19	59	丁	丁24

隨機訂單表 6

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	丁	丁1	14	乙	乙7	24	甲	甲8	37	丙	丙23
1	丁	丁2	14	乙	乙8	25	甲	甲9	38	丙	丙24
2	丙	丙1	14	甲	甲5	25	丁	丁16	39	丁	丁19
3	丙	丙2	15	丙	丙7	25	甲	甲10	39	丙	丙25
3	丁	丁3	15	丙	丙8	26	乙	乙15	39	甲	甲14
3	乙	乙1	15	甲	甲6	26	甲	甲11	40	丙	丙26
4	乙	乙2	15	丙	丙9	27	丙	丙15	40	丁	丁20
4	丙	丙3	17	甲	甲7	27	乙	乙16	41	丁	丁21
4	丁	丁4	17	乙	乙9	27	丙	丙16	42	丙	丙27
5	丁	丁5	17	乙	乙10	28	乙	乙17	42	丙	丙28
5	丙	丙4	18	乙	乙11	28	乙	乙18	42	丁	丁22
5	乙	乙3	18	丁	丁10	29	丁	丁17	43	甲	甲15
5	甲	甲1	18	丙	丙10	30	丁	丁18	43	丙	丙29
6	丙	丙5	18	丙	丙11	31	丙	丙17	43	乙	乙23
8	甲	甲2	19	丁	丁11	32	乙	乙19	43	丙	丙30
8	乙	乙4	19	乙	乙12	32	甲	甲12	44	乙	乙24
8	乙	乙5	20	乙	乙13	32	丙	丙18	44	乙	乙25
8	丁	丁6	20	丁	丁12	33	乙	乙20	45	乙	乙26
9	丁	丁7	20	丁	丁13	33	乙	乙21	45	乙	乙27
9	甲	甲3	21	丁	丁14	33	丙	丙19	45	丁	丁23
9	甲	甲4	21	丁	丁15	34	丙	丙20	46	乙	乙28
10	乙	乙6	21	丙	丙12	34	丙	丙21	46	甲	甲16
10	丁	丁8	24	丙	丙13	34	丙	丙22	46	丙	丙31
11	丁	丁9	24	乙	乙14	35	甲	甲13	46	丙	丙32
12	丙	丙6	24	丙	丙14	35	乙	乙22	48	丁	丁24

隨機訂單表 7

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	丁	丁1	16	丙	丙4	28	乙	乙15	38	丁	丁24
2	乙	乙1	16	丁	丁9	28	甲	甲11	38	丙	丙14
3	甲	甲1	16	丙	丙5	28	甲	甲12	38	甲	甲19
3	甲	甲2	16	甲	甲7	29	丙	丙9	39	乙	乙22
4	乙	乙2	19	乙	乙9	29	丁	丁19	39	丙	丙15
4	乙	乙3	19	乙	乙10	29	甲	甲13	39	丙	丙16
4	乙	乙4	19	丙	丙6	30	甲	甲14	41	甲	甲20
6	甲	甲3	19	丁	丁10	30	乙	乙16	41	丁	丁25
6	乙	乙5	20	丁	丁11	30	丙	丙10	41	丙	丙17
6	丙	丙1	20	丙	丙7	31	丁	丁20	41	丙	丙18
6	丁	丁2	20	丁	丁12	31	丙	丙11	42	甲	甲21
7	甲	甲4	21	乙	乙11	31	甲	甲15	42	甲	甲22
7	甲	甲5	22	丁	丁13	31	乙	乙17	42	丁	丁26
10	乙	乙6	22	丁	丁14	32	乙	乙18	42	丁	丁27
10	丁	丁3	22	丁	丁15	34	丁	丁21	43	乙	乙23
10	丁	丁4	24	丁	丁16	34	丙	丙12	44	丁	丁28
10	丁	丁5	24	乙	乙12	34	丙	丙13	44	乙	乙24
11	丁	丁6	24	甲	甲8	34	丁	丁22	45	丁	丁29
12	丙	丙2	24	乙	乙13	35	丁	丁23	45	丁	丁30
12	乙	乙7	25	丁	丁17	35	乙	乙19	45	甲	甲23
13	丁	丁7	27	丙	丙8	35	甲	甲16	45	丙	丙19
13	丙	丙3	27	乙	乙14	35	乙	乙20	46	乙	乙25
15	甲	甲6	27	甲	甲9	37	甲	甲17	46	甲	甲24
15	丁	丁8	27	丁	丁18	37	甲	甲18	47	丁	丁31
15	乙	乙8	28	甲	甲10	37	乙	乙21	47	甲	甲25

隨機訂單表 8

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	甲	甲1	12	丙	丙8	25	丙	丙16	36	丁	丁17
2	丁	丁1	12	丁	丁5	25	乙	乙15	37	丁	丁18
2	乙	乙1	12	乙	乙8	26	乙	乙16	37	丙	丙23
2	乙	乙2	13	乙	乙9	26	丁	丁11	37	丙	丙24
2	丙	丙1	13	甲	甲8	26	甲	甲12	37	甲	甲16
3	丙	丙2	13	乙	乙10	27	丁	丁12	38	乙	乙23
4	丙	丙3	16	丁	丁6	27	丁	丁13	38	丁	丁19
4	丙	丙4	16	乙	乙11	27	丙	丙17	38	甲	甲17
5	丙	丙5	16	甲	甲9	27	丙	丙18	38	丙	丙25
5	丁	丁2	17	丁	丁7	28	乙	乙17	40	乙	乙24
6	乙	乙3	17	乙	乙12	28	乙	乙18	40	乙	乙25
7	乙	乙4	18	丙	丙9	28	甲	甲13	40	丙	丙26
8	丙	丙6	18	乙	乙13	29	乙	乙19	41	丁	丁20
8	丁	丁3	18	甲	甲10	29	乙	乙20	42	乙	乙26
8	甲	甲2	18	丙	丙10	29	丁	丁14	43	丁	丁21
8	甲	甲3	20	丁	丁8	31	丁	丁15	43	甲	甲18
9	甲	甲4	21	丙	丙11	32	丙	丙19	43	乙	乙27
9	乙	乙5	21	丁	丁9	32	丁	丁16	43	丁	丁22
9	甲	甲5	22	丙	丙12	32	甲	甲14	44	丁	丁23
10	丁	丁4	22	丙	丙13	32	丙	丙20	44	甲	甲19
10	甲	甲6	22	丙	丙14	33	丙	丙21	44	丁	丁24
10	乙	乙6	23	丙	丙15	33	甲	甲15	44	丁	丁25
10	丙	丙7	24	乙	乙14	33	丙	丙22	45	丙	丙27
11	甲	甲7	25	甲	甲11	36	乙	乙21	45	甲	甲20
12	乙	乙7	25	丁	丁10	36	乙	乙22	45	甲	甲21

隨機訂單表 9

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	丙	丙1	16	丙	丙9	28	甲	甲14	41	丁	丁14
1	乙	乙1	17	乙	乙7	28	甲	甲15	42	甲	甲23
2	乙	乙2	18	丁	丁6	29	乙	乙14	42	甲	甲24
2	甲	甲1	18	乙	乙8	29	丁	丁9	42	丙	丙21
2	丙	丙2	18	丙	丙10	30	丙	丙17	42	甲	甲25
3	丁	丁1	18	丙	丙11	31	丁	丁10	43	丙	丙22
5	丁	丁2	19	甲	甲7	31	丙	丙18	43	丙	丙23
5	丙	丙3	21	乙	乙9	31	丙	丙19	43	乙	乙21
6	丙	丙4	23	乙	乙10	31	甲	甲16	44	甲	甲26
7	丙	丙5	23	丙	丙12	32	甲	甲17	44	丁	丁15
7	乙	乙3	24	乙	乙11	32	乙	乙15	44	乙	乙22
8	乙	乙4	24	丁	丁7	32	丁	丁11	45	甲	甲27
10	乙	乙5	24	乙	乙12	32	乙	乙16	45	乙	乙23
11	丁	丁3	24	甲	甲8	33	甲	甲18	46	丁	丁16
11	丙	丙6	25	甲	甲9	33	乙	乙17	46	乙	乙24
12	丁	丁4	25	乙	乙13	34	丙	丙20	46	丁	丁17
12	丙	丙7	26	丁	丁8	34	乙	乙18	46	丙	丙24
12	甲	甲2	26	甲	甲10	36	丁	丁12	48	乙	乙25
12	甲	甲3	26	丙	丙13	36	甲	甲19	49	丁	丁18
13	甲	甲4	27	甲	甲11	37	丁	丁13	49	丙	丙25
13	丁	丁5	27	甲	甲12	38	乙	乙19	49	丙	丙26
13	甲	甲5	27	甲	甲13	38	乙	乙20	49	丙	丙27
13	甲	甲6	27	丙	丙14	40	甲	甲20	50	丁	丁19
14	乙	乙6	28	丙	丙15	41	甲	甲21	51	丁	丁20
14	丙	丙8	28	丙	丙16	41	甲	甲22	52	乙	乙26

隨機訂單表 10

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	甲	甲1	13	甲	甲4	25	甲	甲9	41	丙	丙18
3	乙	乙1	14	甲	甲5	26	丁	丁17	42	乙	乙18
3	乙	乙2	16	丙	丙9	26	丁	丁18	42	丁	丁28
3	丙	丙1	16	乙	乙7	27	丁	丁19	42	丙	丙19
3	丙	丙2	16	丙	丙10	27	丙	丙13	42	丁	丁29
4	丙	丙3	16	丁	丁9	27	甲	甲10	43	丙	丙20
4	丁	丁1	17	丙	丙11	27	丙	丙14	44	甲	甲15
4	丁	丁2	17	乙	乙8	28	甲	甲11	45	甲	甲16
4	丁	丁3	18	丁	丁10	29	丁	丁20	45	乙	乙19
5	甲	甲2	18	丁	丁11	29	丁	丁21	45	丁	丁30
5	乙	乙3	18	甲	甲6	29	丙	丙15	45	丁	丁31
5	丁	丁4	18	乙	乙9	30	丁	丁22	46	丁	丁32
6	丁	丁5	19	乙	乙10	31	甲	甲12	46	丙	丙21
6	丁	丁6	20	甲	甲7	31	丁	丁23	47	乙	乙20
8	丙	丙4	20	丙	丙12	31	乙	乙15	47	丁	丁33
8	甲	甲3	20	乙	乙11	31	丁	丁24	47	丙	丙22
8	丙	丙5	21	乙	乙12	32	丙	丙16	48	丙	丙23
8	丙	丙6	21	丁	丁12	35	甲	甲13	49	丁	丁34
9	乙	乙4	21	乙	乙13	36	丁	丁25	49	甲	甲17
9	丙	丙7	21	乙	乙14	38	丙	丙17	49	乙	乙21
10	丙	丙8	22	甲	甲8	38	甲	甲14	49	乙	乙22
11	丁	丁7	24	丁	丁13	39	乙	乙16	50	丙	丙24
12	乙	乙5	24	丁	丁14	40	丁	丁26	50	丙	丙25
13	乙	乙6	25	丁	丁15	40	乙	乙17	50	乙	乙23
13	丁	丁8	25	丁	丁16	40	丁	丁27	51	丙	丙26

隨機訂單表 11

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	丁	丁1	9	甲	甲7	28	乙	乙11	35	丙	丙24
1	丙	丙1	9	乙	乙8	28	丁	丁15	36	乙	乙18
2	甲	甲1	11	丁	丁7	28	丁	丁16	36	丙	丙25
2	甲	甲2	11	甲	甲8	28	丁	丁17	36	丙	丙26
2	丙	丙2	12	丙	丙7	29	丁	丁18	36	丙	丙27
3	乙	乙1	13	丙	丙8	29	乙	乙12	37	甲	甲14
3	甲	甲3	13	甲	甲9	29	丙	丙14	37	丙	丙28
3	丁	丁2	14	丁	丁8	30	丙	丙15	37	丁	丁23
4	甲	甲4	14	乙	乙9	30	丁	丁19	37	丙	丙29
4	丁	丁3	14	甲	甲10	30	乙	乙13	38	乙	乙19
4	丁	丁4	15	丁	丁9	30	乙	乙14	39	丁	丁24
4	丙	丙3	16	丙	丙9	31	丙	丙16	41	甲	甲15
5	甲	甲5	17	丁	丁10	31	丙	丙17	42	甲	甲16
5	乙	乙2	17	甲	甲11	32	丙	丙18	42	丙	丙30
5	甲	甲6	18	甲	甲12	32	乙	乙15	43	乙	乙20
6	丙	丙4	19	乙	乙10	32	乙	乙16	43	丙	丙31
7	丙	丙5	23	丙	丙10	33	丙	丙19	43	丁	丁25
7	乙	乙3	23	丁	丁11	33	丙	丙20	43	乙	乙21
7	乙	乙4	24	丙	丙11	34	丙	丙21	44	丁	丁26
8	丁	丁5	24	丙	丙12	34	丁	丁20	44	乙	乙22
8	乙	乙5	24	丁	丁12	34	乙	乙17	44	丙	丙32
8	乙	乙6	24	丁	丁13	34	丁	丁21	46	丁	丁27
8	丁	丁6	25	甲	甲13	35	丁	丁22	46	丙	丙33
9	丙	丙6	25	丙	丙13	35	丙	丙22	46	丁	丁28
9	乙	乙7	26	丁	丁14	35	丙	丙23	46	丙	丙34

隨機訂單表 12

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	甲	甲1	13	丙	丙6	24	乙	乙17	36	乙	乙21
1	丙	丙1	14	乙	乙10	24	丁	丁9	36	丙	丙26
2	乙	乙1	15	乙	乙11	24	丙	丙15	38	丙	丙27
2	乙	乙2	15	丙	丙7	25	乙	乙18	38	丁	丁13
2	乙	乙3	15	乙	乙12	25	丁	丁10	38	乙	乙22
2	甲	甲2	15	丙	丙8	25	丙	丙16	39	丙	丙28
3	甲	甲3	16	丁	丁5	26	丙	丙17	39	甲	甲19
4	乙	乙4	16	丙	丙9	26	乙	乙19	39	丁	丁14
4	乙	乙5	17	丁	丁6	26	丙	丙18	40	乙	乙23
4	乙	乙6	17	乙	乙13	27	甲	甲13	40	甲	甲20
5	乙	乙7	17	甲	甲8	29	丙	丙19	41	乙	乙24
5	丁	丁1	18	甲	甲9	29	丁	丁11	41	丙	丙29
5	丙	丙2	18	丙	丙10	29	甲	甲14	41	丙	丙30
5	丙	丙3	18	丙	丙11	29	丙	丙20	41	丁	丁15
6	乙	乙8	18	丁	丁7	30	甲	甲15	44	丁	丁16
6	丙	丙4	19	丙	丙12	30	甲	甲16	46	丁	丁17
7	丁	丁2	19	甲	甲10	30	甲	甲17	46	乙	乙25
7	甲	甲4	19	乙	乙14	31	甲	甲18	46	乙	乙26
8	甲	甲5	20	丙	丙13	32	乙	乙20	47	丙	丙31
8	乙	乙9	20	丙	丙14	32	丙	丙21	47	甲	甲21
8	甲	甲6	20	丁	丁8	32	丙	丙22	47	甲	甲22
8	丁	丁3	23	甲	甲11	34	丙	丙23	47	丁	丁18
9	甲	甲7	23	乙	乙15	35	丙	丙24	48	丁	丁19
9	丙	丙5	23	乙	乙16	36	丁	丁12	49	丙	丙32
10	丁	丁4	23	甲	甲12	36	丙	丙25	49	丁	丁20

隨機訂單表 13

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	丙	丙1	11	乙	乙4	23	丙	丙12	35	丙	丙16
2	丁	丁1	13	甲	甲12	23	丁	丁13	35	甲	甲23
3	甲	甲1	14	丙	丙6	23	乙	乙10	36	丁	丁20
3	乙	乙1	14	丙	丙7	25	乙	乙11	36	丁	丁21
3	丁	丁2	14	甲	甲13	25	乙	乙12	37	丁	丁22
4	甲	甲2	14	甲	甲14	26	甲	甲19	37	乙	乙20
4	乙	乙2	15	丙	丙8	26	乙	乙13	38	丙	丙17
5	甲	甲3	15	甲	甲15	26	甲	甲20	38	甲	甲24
5	甲	甲4	15	乙	乙5	27	丙	丙13	38	丁	丁23
6	丁	丁3	15	乙	乙6	28	丁	丁14	38	丙	丙18
6	乙	乙3	17	丙	丙9	28	乙	乙14	40	甲	甲25
7	丙	丙2	17	丁	丁7	29	丁	丁15	40	丙	丙19
7	甲	甲5	17	丙	丙10	30	乙	乙15	42	甲	甲26
7	甲	甲6	17	丙	丙11	30	丙	丙14	42	甲	甲27
7	甲	甲7	18	甲	甲16	30	甲	甲21	42	甲	甲28
8	甲	甲8	18	丁	丁8	30	乙	乙16	45	丙	丙20
8	丙	丙3	19	丁	丁9	31	丁	丁16	45	乙	乙21
8	丁	丁4	19	甲	甲17	32	丁	丁17	45	甲	甲29
8	甲	甲9	19	丁	丁10	33	丁	丁18	46	乙	乙22
9	甲	甲10	20	乙	乙7	33	丙	丙15	48	乙	乙23
10	丁	丁5	20	甲	甲18	33	丁	丁19	48	丁	丁24
10	丙	丙4	21	乙	乙8	34	乙	乙17	48	丙	丙21
11	甲	甲11	21	丁	丁11	34	乙	乙18	48	甲	甲30
11	丙	丙5	21	丁	丁12	34	甲	甲22	50	乙	乙24
11	丁	丁6	21	乙	乙9	35	乙	乙19	50	乙	乙25

隨機訂單表 14

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號
1	甲	甲1
1	甲	甲2
1	丙	丙1
2	乙	乙1
2	乙	乙2
2	乙	乙3
2	丙	丙2
3	甲	甲3
4	丙	丙3
5	乙	乙4
5	丁	丁1
5	甲	甲4
6	丙	丙4
9	丁	丁2
10	丁	丁3
11	丙	丙5
11	丁	丁4
13	乙	乙5
13	乙	乙6
13	丙	丙6
14	丁	丁5
15	乙	乙7
15	乙	乙8
15	乙	乙9
15	乙	乙10
訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號
16	丁	丁6
16	甲	甲5
16	甲	甲6
16	丙	丙7
17	丙	丙8
17	甲	甲7
17	甲	甲8
18	丙	丙9
18	丁	丁7
18	丁	丁8
20	乙	乙11
20	甲	甲9
20	甲	甲10
21	丙	丙10
21	乙	乙12
21	丁	丁9
21	乙	乙13
22	乙	乙14
22	乙	乙15
22	丁	丁10
22	甲	甲11
23	丙	丙11
23	丁	丁11
23	甲	甲12
23	丁	丁12
訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號
25	甲	甲13
25	丙	丙12
25	乙	乙16
27	甲	甲14
28	甲	甲15
28	丁	丁13
28	甲	甲16
28	丙	丙13
29	甲	甲17
29	甲	甲18
30	乙	乙17
30	乙	乙18
30	乙	乙19
30	丙	丙14
32	乙	乙20
32	丙	丙15
32	甲	甲19
32	乙	乙21
33	丁	丁14
33	丁	丁15
33	丁	丁16
34	丁	丁17
34	丁	丁18
34	丁	丁19
35	丙	丙16
訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號
36	乙	乙22
38	丁	丁20
38	丁	丁21
38	甲	甲20
38	丁	丁22
39	丁	丁23
40	甲	甲21
41	丁	丁24
43	乙	乙23
43	丙	丙17
45	丙	丙18
45	丙	丙19
45	丁	丁25
45	丙	丙20
46	丁	丁26
46	乙	乙24
46	甲	甲22
46	乙	乙25
49	乙	乙26
49	甲	甲23
49	丁	丁27
49	丁	丁28
50	丙	丙21
51	丙	丙22
51	甲	甲24

隨機訂單表 15

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	丁	丁1	11	丁	丁8	26	丙	丙14	40	丁	丁24
1	甲	甲1	14	乙	乙9	26	丁	丁15	40	丙	丙19
1	乙	乙1	14	甲	甲4	26	丁	丁16	40	甲	甲15
3	丙	丙1	14	丙	丙8	26	甲	甲9	41	乙	乙21
3	乙	乙2	15	丁	丁9	27	乙	乙16	42	丁	丁25
3	丙	丙2	15	乙	乙10	27	乙	乙17	42	丁	丁26
3	丁	丁2	15	丁	丁10	28	甲	甲10	43	丙	丙20
4	乙	乙3	15	乙	乙11	28	丙	丙15	43	丙	丙21
4	丁	丁3	16	丙	丙9	29	丁	丁17	43	乙	乙22
4	甲	甲2	16	乙	乙12	29	丙	丙16	43	丙	丙22
5	丁	丁4	16	甲	甲5	29	丁	丁18	45	甲	甲16
6	丁	丁5	17	丙	丙10	30	丙	丙17	45	甲	甲17
6	甲	甲3	18	丁	丁11	30	丁	丁19	45	丁	丁27
6	乙	乙4	18	丙	丙11	32	甲	甲11	45	丁	丁28
6	丙	丙3	19	丁	丁12	33	甲	甲12	46	甲	甲18
7	丙	丙4	19	乙	乙13	33	丁	丁20	46	甲	甲19
7	丁	丁6	21	甲	甲6	34	乙	乙18	47	甲	甲20
7	丙	丙5	21	乙	乙14	35	甲	甲13	49	乙	乙23
8	丙	丙6	21	甲	甲7	36	丁	丁21	49	甲	甲21
8	丁	丁7	22	丁	丁13	38	乙	乙19	50	丁	丁29
8	乙	乙5	24	甲	甲8	38	乙	乙20	51	乙	乙24
9	乙	乙6	24	乙	乙15	39	丁	丁22	51	甲	甲22
9	丙	丙7	25	丁	丁14	39	丙	丙18	53	丙	丙23
9	乙	乙7	25	丙	丙12	39	甲	甲14	53	甲	甲23
9	乙	乙8	25	丙	丙13	40	丁	丁23	53	甲	甲24

隨機訂單表 16

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	丙	丙1	12	甲	甲11	25	丙	丙16	40	甲	甲30
2	丙	丙2	15	丙	丙9	26	甲	甲21	42	丙	丙23
2	甲	甲1	15	乙	乙4	26	甲	甲22	42	甲	甲31
2	甲	甲2	15	丙	丙10	26	乙	乙8	42	丙	丙24
3	乙	乙1	15	乙	乙5	26	甲	甲23	42	丁	丁14
3	丙	丙3	17	甲	甲12	27	丙	丙17	46	乙	乙12
4	甲	甲3	17	丁	丁5	27	乙	乙9	47	丙	丙25
4	甲	甲4	17	甲	甲13	27	丁	丁9	47	丁	丁15
4	甲	甲5	18	丙	丙11	27	丙	丙18	47	乙	乙13
5	甲	甲6	19	乙	乙6	29	丙	丙19	47	乙	乙14
5	乙	乙2	19	甲	甲14	29	甲	甲24	48	乙	乙15
5	甲	甲7	19	甲	甲15	29	丙	丙20	48	丁	丁16
5	丁	丁1	19	甲	甲16	29	乙	乙10	49	丁	丁17
6	丁	丁2	20	丁	丁6	30	丁	丁10	49	丁	丁18
7	丁	丁3	21	丙	丙12	31	甲	甲25	49	甲	甲32
8	丙	丙4	21	甲	甲17	31	甲	甲26	49	丙	丙26
8	丙	丙5	21	甲	甲18	31	丙	丙21	50	甲	甲33
8	丙	丙6	21	甲	甲19	31	甲	甲27	50	乙	乙16
8	丙	丙7	22	丁	丁7	34	丙	丙22	51	甲	甲34
10	丙	丙8	23	丁	丁8	34	甲	甲28	52	乙	乙17
10	甲	甲8	23	甲	甲20	36	甲	甲29	52	甲	甲35
11	甲	甲9	23	丙	丙13	36	乙	乙11	53	甲	甲36
11	甲	甲10	24	乙	乙7	37	丁	丁11	53	甲	甲37
11	乙	乙3	25	丙	丙14	38	丁	丁12	53	甲	甲38
11	丁	丁4	25	丙	丙15	39	丁	丁13	53	丁	丁19

隨機訂單表 17

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號
1	乙	乙1
1	乙	乙2
3	丙	丙1
3	丙	丙2
3	丙	丙3
4	乙	乙3
4	甲	甲1
5	乙	乙4
5	丙	丙4
5	丙	丙5
6	丙	丙6
6	丁	丁1
6	甲	甲2
6	丙	丙7
7	甲	甲3
7	甲	甲4
7	乙	乙5
8	丙	丙8
8	甲	甲5
8	丁	丁2
8	丙	丙9
11	乙	乙6
11	丙	丙10
11	甲	甲6
11	丙	丙11
12	乙	乙7
15	乙	乙8
15	乙	乙9
16	甲	甲7
18	甲	甲8
18	丁	丁3
18	丙	丙12
18	丁	丁4
19	甲	甲9
20	丙	丙13
21	乙	乙10
22	丙	丙14
22	丁	丁5
22	丙	丙15
23	丙	丙16
23	甲	甲10
23	甲	甲11
24	丁	丁6
25	甲	甲12
26	甲	甲13
26	甲	甲14
26	甲	甲15
28	丙	丙17
28	甲	甲16
28	丙	丙18
28	丙	丙19
29	丙	丙20
30	丙	丙21
30	甲	甲17
31	丁	丁7
31	甲	甲18
33	丙	丙22
33	丙	丙23
33	丁	丁8
34	丙	丙24
34	丁	丁9
35	丁	丁10
35	丁	丁11
35	乙	乙11
36	乙	乙12
36	乙	乙13
36	丙	丙25
36	乙	乙14
37	丁	丁12
37	甲	甲19
38	乙	乙15
38	乙	乙16
38	甲	甲20
39	乙	乙17
39	丙	丙26
39	甲	甲21
39	丁	丁13
40	丙	丙27
40	丙	丙28
40	乙	乙18
41	乙	乙19
41	丙	丙29
42	乙	乙20
42	丁	丁14
43	甲	甲22
43	丙	丙30
43	甲	甲23
44	甲	甲24
44	乙	乙21
45	乙	乙22
45	丙	丙31
45	乙	乙23
46	甲	甲25
46	甲	甲26
46	甲	甲27
48	丁	丁15
48	丙	丙32
48	乙	乙24
49	甲	甲28
49	乙	乙25

隨機訂單表 18

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	甲	甲1	11	丁	丁5	23	丙	丙12	35	丙	丙18
2	丙	丙1	12	乙	乙8	24	丁	丁15	35	丙	丙19
2	甲	甲2	12	丙	丙7	24	乙	乙11	35	丙	丙20
3	丙	丙2	12	丙	丙8	24	甲	甲16	36	丙	丙21
4	丙	丙3	13	丙	丙9	25	丁	丁16	36	乙	乙16
4	丁	丁1	14	甲	甲9	25	甲	甲17	36	丙	丙22
4	丁	丁2	15	丁	丁6	25	丙	丙13	37	乙	乙17
5	丙	丙4	15	乙	乙9	25	乙	乙12	37	乙	乙18
5	乙	乙1	15	丁	丁7	26	甲	甲18	37	丙	丙23
6	甲	甲3	15	甲	甲10	26	甲	甲19	38	甲	甲24
6	丁	丁3	17	丙	丙10	26	乙	乙13	39	丁	丁21
6	甲	甲4	17	甲	甲11	26	乙	乙14	40	乙	乙19
7	乙	乙2	18	甲	甲12	27	甲	甲20	40	甲	甲25
7	乙	乙3	18	丁	丁8	28	丙	丙14	40	乙	乙20
7	甲	甲5	20	丁	丁9	28	丁	丁17	40	乙	乙21
8	乙	乙4	20	甲	甲13	28	丁	丁18	41	甲	甲26
8	乙	乙5	21	丁	丁10	28	丁	丁19	41	丙	丙24
8	丁	丁4	21	丁	丁11	29	乙	乙15	41	乙	乙22
8	丙	丙5	22	甲	甲14	30	甲	甲21	41	乙	乙23
10	丙	丙6	22	丙	丙11	30	丙	丙15	42	乙	乙24
10	甲	甲6	22	甲	甲15	33	丙	丙16	43	丙	丙25
10	乙	乙6	22	丁	丁12	34	甲	甲22	43	丙	丙26
11	甲	甲7	23	丁	丁13	34	丙	丙17	43	丁	丁22
11	乙	乙7	23	丁	丁14	34	丁	丁20	43	甲	甲27
11	甲	甲8	23	乙	乙10	34	甲	甲23	47	丙	丙27

隨機訂單表 19

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	丙	丙1	17	乙	乙3	35	丁	丁17	48	丁	丁24
2	甲	甲1	19	丁	丁7	35	乙	乙7	48	甲	甲23
3	丙	丙2	19	丁	丁8	36	丁	丁18	48	乙	乙13
3	丁	丁1	19	丁	丁9	36	甲	甲17	49	丁	丁25
4	乙	乙1	20	丁	丁10	36	甲	甲18	49	甲	甲24
4	甲	甲2	20	甲	甲7	37	乙	乙8	49	丙	丙19
4	丁	丁2	20	乙	乙4	37	丙	丙13	49	丙	丙20
5	丙	丙3	20	甲	甲8	37	丁	丁19	50	丙	丙21
5	丁	丁3	21	丁	丁11	38	丁	丁20	50	丁	丁26
6	甲	甲3	21	丁	丁12	39	丁	丁21	50	甲	甲25
6	丙	丙4	21	甲	甲9	39	丁	丁22	50	乙	乙14
6	丙	丙5	23	甲	甲10	40	乙	乙9	54	丙	丙22
6	丙	丙6	23	甲	甲11	40	丙	丙14	54	甲	甲26
7	丙	丙7	26	乙	乙5	40	甲	甲19	56	乙	乙15
8	丁	丁4	26	丁	丁13	41	甲	甲20	56	乙	乙16
10	甲	甲4	26	丙	丙12	41	乙	乙10	56	丁	丁27
10	乙	乙2	27	丁	丁14	42	甲	甲21	57	甲	甲27
12	丙	丙8	27	丁	丁15	42	乙	乙11	60	丙	丙23
12	丙	丙9	28	甲	甲12	43	丙	丙15	61	丁	丁28
12	丙	丙10	28	乙	乙6	45	丁	丁23	61	丁	丁29
13	甲	甲5	30	丁	丁16	45	乙	乙12	63	乙	乙17
14	丁	丁5	32	甲	甲13	45	丙	丙16	63	甲	甲28
14	丙	丙11	34	甲	甲14	45	丙	丙17	63	甲	甲29
14	甲	甲6	35	甲	甲15	47	丙	丙18	64	乙	乙18
16	丁	丁6	35	甲	甲16	47	甲	甲22	64	甲	甲30

隨機訂單表 20

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	甲	甲1	10	乙	乙11	27	丁	丁13	41	甲	甲16
2	丙	丙1	10	乙	乙12	28	丁	丁14	41	丙	丙15
2	丙	丙2	12	丁	丁7	28	乙	乙18	43	丁	丁19
3	甲	甲2	13	甲	甲6	28	丙	丙11	44	丙	丙16
3	乙	乙1	13	丙	丙5	28	乙	乙19	46	丙	丙17
3	乙	乙2	13	甲	甲7	29	丙	丙12	46	甲	甲17
3	甲	甲3	14	丙	丙6	29	乙	乙20	47	甲	甲18
4	丁	丁1	19	甲	甲8	30	乙	乙21	47	甲	甲19
4	乙	乙3	19	甲	甲9	30	丁	丁15	48	丁	丁20
4	乙	乙4	19	乙	乙13	31	乙	乙22	48	丙	丙18
4	甲	甲4	19	丁	丁8	32	乙	乙23	48	丁	丁21
5	乙	乙5	20	丙	丙7	32	甲	甲12	49	乙	乙29
5	丁	丁2	20	乙	乙14	35	丁	丁16	49	丁	丁22
5	丁	丁3	20	乙	乙15	35	乙	乙24	49	丁	丁23
5	丙	丙3	20	丁	丁9	35	丙	丙13	49	丁	丁24
7	甲	甲5	22	丙	丙8	36	甲	甲13	50	丁	丁25
7	丁	丁4	22	乙	乙16	38	乙	乙25	50	乙	乙30
7	乙	乙6	23	甲	甲10	38	乙	乙26	51	甲	甲20
8	乙	乙7	23	丙	丙9	39	丙	丙14	51	丙	丙19
9	丙	丙4	24	丁	丁10	39	甲	甲14	51	丙	丙20
9	丁	丁5	24	乙	乙17	40	丁	丁17	51	丙	丙21
9	乙	乙8	24	丙	丙10	40	甲	甲15	52	乙	乙31
9	乙	乙9	25	丁	丁11	40	乙	乙27	52	丁	丁26
10	丁	丁6	26	丁	丁12	41	丁	丁18	54	丙	丙22
10	乙	乙10	27	甲	甲11	41	乙	乙28	54	乙	乙32

隨機訂單表 21

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	丁	丁1	16	甲	甲7	35	丁	丁10	49	甲	甲21
2	甲	甲1	17	丙	丙10	35	丙	丙19	49	乙	乙18
2	甲	甲2	17	乙	乙7	35	甲	甲13	51	甲	甲22
3	甲	甲3	18	丁	丁5	35	丙	丙20	52	丙	丙24
3	丙	丙1	18	丙	丙11	36	乙	乙12	52	甲	甲23
3	乙	乙1	19	丙	丙12	38	甲	甲14	52	丁	丁16
3	丙	丙2	19	丙	丙13	38	甲	甲15	52	甲	甲24
4	甲	甲4	20	甲	甲8	38	丁	丁11	53	丙	丙25
4	丙	丙3	20	丙	丙14	38	甲	甲16	53	乙	乙19
4	丙	丙4	20	丁	丁6	40	乙	乙13	53	丙	丙26
6	丙	丙5	20	甲	甲9	40	乙	乙14	54	甲	甲25
7	丙	丙6	24	甲	甲10	40	甲	甲17	54	丁	丁17
7	丙	丙7	24	丁	丁7	42	甲	甲18	54	丁	丁18
9	乙	乙2	24	丙	丙15	43	丁	丁12	54	丁	丁19
9	甲	甲5	24	丙	丙16	43	丁	丁13	55	甲	甲26
10	乙	乙3	27	丁	丁8	44	丙	丙21	55	丁	丁20
10	甲	甲6	27	甲	甲11	44	乙	乙15	56	乙	乙20
11	乙	乙4	27	乙	乙8	46	甲	甲19	56	乙	乙21
13	丁	丁2	27	甲	甲12	46	丁	丁14	57	甲	甲27
14	丙	丙8	29	丙	丙17	46	乙	乙16	57	乙	乙22
14	丁	丁3	30	丙	丙18	47	乙	乙17	58	乙	乙23
14	乙	乙5	32	乙	乙9	47	丁	丁15	59	丙	丙27
14	乙	乙6	34	丁	丁9	48	甲	甲20	59	丙	丙28
15	丁	丁4	34	乙	乙10	48	丙	丙22	59	丁	丁21
15	丙	丙9	34	乙	乙11	48	丙	丙23	59	甲	甲28

隨機訂單表 22

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	甲	甲1	9	丙	丙8	21	丙	丙14	33	甲	甲21
1	乙	乙1	10	乙	乙7	22	丁	丁16	36	乙	乙17
2	丁	丁1	12	丁	丁5	22	丙	丙15	37	丁	丁22
3	丁	丁2	12	丙	丙9	22	丙	丙16	37	甲	甲22
3	丙	丙1	13	丁	丁6	22	甲	甲14	37	乙	乙18
3	丁	丁3	13	丙	丙10	23	甲	甲15	37	丁	丁23
4	乙	乙2	13	丁	丁7	23	甲	甲16	38	乙	乙19
4	乙	乙3	13	乙	乙8	23	丁	丁17	38	甲	甲23
4	丙	丙2	14	丁	丁8	23	乙	乙10	38	丙	丙19
4	甲	甲2	14	甲	甲9	24	乙	乙11	39	乙	乙20
5	乙	乙4	14	丙	丙11	24	甲	甲17	39	丙	丙20
5	乙	乙5	15	丁	丁9	24	乙	乙12	41	甲	甲24
5	乙	乙6	15	甲	甲10	26	乙	乙13	41	丙	丙21
6	甲	甲3	15	乙	乙9	26	甲	甲18	41	丙	丙22
6	丙	丙3	17	丁	丁10	26	丙	丙17	41	丙	丙23
6	丙	丙4	17	丙	丙12	26	丁	丁18	42	甲	甲25
6	丁	丁4	17	丁	丁11	27	丁	丁19	42	乙	乙21
7	甲	甲4	17	甲	甲11	28	丁	丁20	42	丁	丁24
7	丙	丙5	18	丁	丁12	28	甲	甲19	42	丙	丙24
8	甲	甲5	19	丁	丁13	29	丁	丁21	44	丙	丙25
8	丙	丙6	19	甲	甲12	29	丙	丙18	44	甲	甲26
8	甲	甲6	19	丙	丙13	30	乙	乙14	44	乙	乙22
9	甲	甲7	19	丁	丁14	33	乙	乙15	44	甲	甲27
9	甲	甲8	20	丁	丁15	33	乙	乙16	45	甲	甲28
9	丙	丙7	21	甲	甲13	33	甲	甲20	45	乙	乙23

隨機訂單表 23

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	甲	甲1	11	丁	丁6	26	丙	丙14	39	丙	丙19
1	乙	乙1	11	乙	乙8	26	乙	乙15	40	甲	甲20
1	丙	丙1	13	乙	乙9	26	丁	丁11	41	丁	丁19
1	乙	乙2	13	乙	乙10	26	丙	丙15	41	甲	甲21
2	甲	甲2	13	甲	甲7	27	乙	乙16	41	丁	丁20
2	丁	丁1	13	丁	丁7	27	乙	乙17	42	乙	乙21
2	丙	丙2	14	甲	甲8	27	丁	丁12	42	丙	丙20
2	丙	丙3	14	甲	甲9	27	甲	甲14	42	甲	甲22
3	丙	丙4	14	丁	丁8	28	甲	甲15	42	甲	甲23
4	乙	乙3	14	丙	丙8	29	丁	丁13	43	乙	乙22
4	丁	丁2	15	丁	丁9	30	乙	乙18	44	丁	丁21
6	乙	乙4	15	甲	甲10	31	丁	丁14	44	甲	甲24
7	丁	丁3	15	甲	甲11	31	甲	甲16	44	甲	甲25
8	甲	甲3	16	丙	丙9	31	丙	丙16	44	甲	甲26
8	甲	甲4	16	丙	丙10	31	乙	乙19	47	甲	甲27
8	丙	丙5	16	乙	乙11	32	乙	乙20	47	甲	甲28
8	乙	乙5	17	丁	丁10	36	丁	丁15	47	丙	丙21
9	甲	甲5	18	乙	乙12	36	丙	丙17	47	丙	丙22
9	乙	乙6	18	乙	乙13	37	丁	丁16	48	乙	乙23
10	乙	乙7	18	甲	甲12	37	甲	甲17	48	丁	丁22
10	丁	丁4	22	甲	甲13	37	丁	丁17	49	丙	丙23
10	丙	丙6	22	丙	丙11	37	甲	甲18	49	甲	甲29
10	丁	丁5	23	丙	丙12	38	甲	甲19	49	乙	乙24
11	甲	甲6	23	乙	乙14	38	丁	丁18	50	甲	甲30
11	丙	丙7	24	丙	丙13	39	丙	丙18	50	乙	乙25

隨機訂單表 24

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	丙	丙1	12	乙	乙5	26	乙	乙9	41	丁	丁17
2	丙	丙2	13	丙	丙10	27	乙	乙10	41	丁	丁18
2	乙	乙1	13	丙	丙11	28	甲	甲13	41	乙	乙15
3	甲	甲1	14	丙	丙12	28	丙	丙21	41	丙	丙26
3	丙	丙3	15	甲	甲10	28	甲	甲14	42	甲	甲21
5	丙	丙4	15	丙	丙13	29	乙	乙11	45	丙	丙27
5	乙	乙2	15	丙	丙14	29	丙	丙22	45	丙	丙28
5	丁	丁1	16	丙	丙15	29	丙	丙23	45	乙	乙16
5	丁	丁2	17	丙	丙16	31	丙	丙24	46	甲	甲22
6	甲	甲2	17	乙	乙6	31	甲	甲15	47	丁	丁19
6	甲	甲3	18	丁	丁4	32	乙	乙12	47	丁	丁20
6	丙	丙5	18	丁	丁5	33	甲	甲16	49	丁	丁21
6	丁	丁3	18	丁	丁6	34	丁	丁11	49	乙	乙17
7	甲	甲4	18	丁	丁7	34	乙	乙13	49	丙	丙29
7	丙	丙6	19	丁	丁8	34	甲	甲17	49	丙	丙30
7	甲	甲5	19	甲	甲11	34	甲	甲18	50	丙	丙31
9	甲	甲6	23	乙	乙7	35	丁	丁12	50	丁	丁22
9	乙	乙3	23	乙	乙8	35	丙	丙25	50	乙	乙18
9	乙	乙4	24	丙	丙17	36	丁	丁13	51	丁	丁23
9	甲	甲7	24	丁	丁9	37	甲	甲19	51	丙	丙32
11	丙	丙7	25	丙	丙18	38	丁	丁14	52	丁	丁24
11	甲	甲8	25	丙	丙19	38	甲	甲20	54	乙	乙19
11	甲	甲9	25	丙	丙20	39	乙	乙14	54	丙	丙33
11	丙	丙8	25	丁	丁10	39	丁	丁15	54	丁	丁25
12	丙	丙9	26	甲	甲12	40	丁	丁16	55	甲	甲23

隨機訂單表 25

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	丁	丁1	14	乙	乙9	28	乙	乙15	35	乙	乙21
1	乙	乙1	15	甲	甲4	28	丙	丙13	35	丁	丁20
2	丁	丁2	15	乙	乙10	28	甲	甲11	36	丙	丙19
3	丙	丙1	16	丁	丁8	28	丁	丁15	36	丙	丙20
4	丁	丁3	16	丙	丙8	29	甲	甲12	36	丙	丙21
5	乙	乙2	16	丁	丁9	29	丙	丙14	36	丁	丁21
5	乙	乙3	16	甲	甲5	29	甲	甲13	38	甲	甲19
5	甲	甲1	17	丁	丁10	30	丙	丙15	38	丁	丁22
6	丁	丁4	17	乙	乙11	30	丁	丁16	39	丙	丙22
6	丙	丙2	18	乙	乙12	31	乙	乙16	39	丁	丁23
6	乙	乙4	18	甲	甲6	31	乙	乙17	39	丁	丁24
7	丙	丙3	20	丁	丁11	31	丙	丙16	39	丙	丙23
7	丙	丙4	20	甲	甲7	31	丁	丁17	40	乙	乙22
10	甲	甲2	20	丁	丁12	32	乙	乙18	40	丙	丙24
11	丙	丙5	21	丙	丙9	32	乙	乙19	41	丁	丁25
11	甲	甲3	22	丙	丙10	32	甲	甲14	41	甲	甲20
11	乙	乙5	22	甲	甲8	33	丁	丁18	42	丙	丙25
11	丙	丙6	22	丙	丙11	33	乙	乙20	42	甲	甲21
12	丁	丁5	24	乙	乙13	33	甲	甲15	42	丙	丙26
12	丙	丙7	25	丁	丁13	33	丙	丙17	43	乙	乙23
12	丁	丁6	25	甲	甲9	34	甲	甲16	43	丁	丁26
12	丁	丁7	25	丁	丁14	34	甲	甲17	43	丁	丁27
13	乙	乙6	26	丙	丙12	34	丁	丁19	44	乙	乙24
13	乙	乙7	26	甲	甲10	35	丙	丙18	45	甲	甲22
13	乙	乙8	27	乙	乙14	35	甲	甲18	46	丙	丙27

隨機訂單表 26

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
2	乙	乙1	15	甲	甲5	27	乙	乙12	36	甲	甲15
2	丙	丙1	16	乙	乙5	28	甲	甲10	36	甲	甲16
3	丁	丁1	16	乙	乙6	28	甲	甲11	37	乙	乙25
3	丁	丁2	17	丁	丁15	28	丙	丙11	37	甲	甲17
3	甲	甲1	17	丁	丁16	28	丁	丁21	37	乙	乙26
3	丁	丁3	17	丙	丙4	29	乙	乙13	37	乙	乙27
5	丙	丙2	17	乙	乙7	29	乙	乙14	38	乙	乙28
6	甲	甲2	18	乙	乙8	30	丁	丁22	38	甲	甲18
6	丁	丁4	18	乙	乙9	30	乙	乙15	38	乙	乙29
6	甲	甲3	18	丙	丙5	30	丁	丁23	38	甲	甲19
6	丁	丁5	19	甲	甲6	31	乙	乙16	39	甲	甲20
8	丁	丁6	20	丁	丁17	31	乙	乙17	39	丙	丙14
8	乙	乙2	20	丙	丙6	31	甲	甲12	39	丙	丙15
8	丁	丁7	22	丙	丙7	31	乙	乙18	40	乙	乙30
9	丁	丁8	23	乙	乙10	32	丁	丁24	40	乙	乙31
10	丁	丁9	24	丁	丁18	32	甲	甲13	41	丙	丙16
11	乙	乙3	24	丁	丁19	32	乙	乙19	41	甲	甲21
11	甲	甲4	24	丙	丙8	32	丙	丙12	42	乙	乙32
11	丁	丁10	24	甲	甲7	34	乙	乙20	44	丁	丁25
12	丁	丁11	25	丙	丙9	34	甲	甲14	44	丙	丙17
13	乙	乙4	25	乙	乙11	35	乙	乙21	45	甲	甲22
14	丁	丁12	25	丁	丁20	35	乙	乙22	45	乙	乙33
14	丁	丁13	25	丙	丙10	35	丙	丙13	45	丁	丁26
15	丁	丁14	26	甲	甲8	36	乙	乙23	47	甲	甲23
15	丙	丙3	27	甲	甲9	36	乙	乙24	47	丁	丁27

隨機訂單表 27

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	丙	丙1	13	乙	乙5	23	甲	甲18	38	乙	乙15
1	丁	丁1	13	甲	甲10	25	甲	甲19	38	甲	甲27
1	乙	乙1	13	丙	丙8	28	甲	甲20	38	丙	丙21
2	丁	丁2	14	甲	甲11	29	甲	甲21	38	丙	丙22
2	甲	甲1	14	丁	丁6	29	丙	丙16	39	甲	甲28
3	丁	丁3	14	丙	丙9	30	甲	甲22	41	甲	甲29
3	丙	丙2	15	丙	丙10	30	丙	丙17	41	乙	乙16
3	甲	甲2	15	丙	丙11	30	丙	丙18	41	甲	甲30
3	丙	丙3	15	甲	甲12	31	乙	乙11	41	丙	丙23
4	乙	乙2	15	乙	乙6	32	甲	甲23	42	丁	丁16
4	甲	甲3	16	乙	乙7	32	丁	丁9	42	乙	乙17
6	丁	丁4	16	甲	甲13	32	丙	丙19	42	甲	甲31
6	甲	甲4	17	甲	甲14	33	丁	丁10	42	丙	丙24
6	甲	甲5	18	甲	甲15	34	丁	丁11	43	丙	丙25
6	丙	丙4	19	甲	甲16	34	甲	甲24	43	丁	丁17
7	甲	甲6	20	丁	丁7	34	丁	丁12	45	乙	乙18
7	乙	乙3	20	丙	丙12	34	丁	丁13	45	丙	丙26
7	丁	丁5	20	乙	乙8	35	丁	丁14	45	丙	丙27
7	甲	甲7	20	乙	乙9	35	丁	丁15	45	甲	甲32
8	丙	丙5	21	丁	丁8	35	甲	甲25	46	丙	丙28
8	丙	丙6	21	丙	丙13	35	甲	甲26	46	丁	丁18
10	乙	乙4	21	丙	丙14	36	丙	丙20	46	丁	丁19
10	丙	丙7	22	丙	丙15	36	乙	乙12	47	甲	甲33
10	甲	甲8	23	乙	乙10	37	乙	乙13	47	甲	甲34
11	甲	甲9	23	甲	甲17	37	乙	乙14	47	丁	丁20

隨機訂單表 28

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	甲	甲1	13	丙	丙8	27	丁	丁11	40	丁	丁20
1	乙	乙1	14	丙	丙9	27	甲	甲15	43	乙	乙18
1	乙	乙2	15	丙	丙10	28	甲	甲16	43	丁	丁21
1	乙	乙3	17	丙	丙11	28	丁	丁12	43	丁	丁22
2	丙	丙1	17	乙	乙8	30	丁	丁13	43	丙	丙22
3	甲	甲2	17	丁	丁3	30	丙	丙16	44	丁	丁23
4	甲	甲3	17	乙	乙9	30	乙	乙12	44	丙	丙23
6	甲	甲4	18	丁	丁4	30	丙	丙17	44	丁	丁24
6	乙	乙4	19	丙	丙12	31	丙	丙18	45	丙	丙24
7	丙	丙2	19	丁	丁5	31	乙	乙13	45	丁	丁25
7	甲	甲5	19	丁	丁6	31	丁	丁14	46	甲	甲19
7	乙	乙5	21	丙	丙13	33	丁	丁15	46	乙	乙19
8	甲	甲6	23	丁	丁7	33	丙	丙19	46	乙	乙20
8	丙	丙3	23	甲	甲10	33	丁	丁16	46	甲	甲20
8	乙	乙6	23	丙	丙14	34	丁	丁17	47	乙	乙21
9	甲	甲7	23	丁	丁8	35	丙	丙20	47	丁	丁26
10	丙	丙4	24	丁	丁9	36	乙	乙14	47	丙	丙25
10	乙	乙7	24	丁	丁10	36	丁	丁18	47	丙	丙26
10	丙	丙5	24	甲	甲11	37	甲	甲17	48	丙	丙27
10	甲	甲8	24	丙	丙15	37	丙	丙21	48	甲	甲21
11	丙	丙6	25	甲	甲12	37	丁	丁19	48	丙	丙28
11	甲	甲9	25	乙	乙10	38	乙	乙15	48	丙	丙29
12	丙	丙7	25	甲	甲13	39	乙	乙16	50	丙	丙30
12	丁	丁1	25	甲	甲14	39	甲	甲18	50	丁	丁27
13	丁	丁2	26	乙	乙11	39	乙	乙17	51	丙	丙31

隨機訂單表 29

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	乙	乙1	17	甲	甲2	29	丙	丙11	43	丁	丁16
1	丁	丁1	19	甲	甲3	29	丁	丁11	43	丁	丁17
1	丁	丁2	19	甲	甲4	29	丙	丙12	44	乙	乙27
2	丙	丙1	19	丁	丁5	30	丙	丙13	44	丁	丁18
3	丁	丁3	19	丙	丙7	30	丙	丙14	45	甲	甲16
4	丙	丙2	20	乙	乙15	33	乙	乙21	45	乙	乙28
4	乙	乙2	20	乙	乙16	33	乙	乙22	45	乙	乙29
5	乙	乙3	20	甲	甲5	37	丁	丁12	45	丁	丁19
6	甲	甲1	21	丁	丁6	38	丙	丙15	48	丙	丙20
6	乙	乙4	21	甲	甲6	38	甲	甲11	48	丁	丁20
6	丙	丙3	21	甲	甲7	38	甲	甲12	48	丙	丙21
10	丙	丙4	23	甲	甲8	38	乙	乙23	48	丙	丙22
10	乙	乙5	25	丁	丁7	39	丁	丁13	51	丙	丙23
10	丁	丁4	25	丁	丁8	39	丙	丙16	51	丁	丁21
11	乙	乙6	25	丁	丁9	39	丙	丙17	51	丁	丁22
11	乙	乙7	26	丙	丙8	39	乙	乙24	53	乙	乙30
11	乙	乙8	26	乙	乙17	40	丁	丁14	54	甲	甲17
12	丙	丙5	27	甲	甲9	40	乙	乙25	54	甲	甲18
12	乙	乙9	27	甲	甲10	40	丙	丙18	54	乙	乙31
12	乙	乙10	27	丙	丙9	41	甲	甲13	55	丙	丙24
14	乙	乙11	27	丁	丁10	42	丙	丙19	55	丁	丁23
15	乙	乙12	28	丙	丙10	42	甲	甲14	55	乙	乙32
15	乙	乙13	28	乙	乙18	42	丁	丁15	55	乙	乙33
16	丙	丙6	28	乙	乙19	43	乙	乙26	56	丁	丁24
17	乙	乙14	28	乙	乙20	43	甲	甲15	56	丁	丁25

隨機訂單表 30

訂單到達日(隨機)	產品順序(隨機)	產品編號									
1	乙	乙1	15	丙	丙7	31	丁	丁10	41	甲	甲14
1	丙	丙1	15	甲	甲4	31	甲	甲6	41	甲	甲15
1	乙	乙2	15	乙	乙12	32	乙	乙20	42	丙	丙20
2	丙	丙2	16	丁	丁6	32	甲	甲7	42	乙	乙29
4	乙	乙3	16	乙	乙13	32	甲	甲8	42	丁	丁16
4	甲	甲1	19	丙	丙8	33	乙	乙21	43	丁	丁17
4	丁	丁1	19	丙	丙9	33	乙	乙22	43	乙	乙30
5	丙	丙3	20	乙	乙14	34	丁	丁11	43	甲	甲16
7	丙	丙4	20	乙	乙15	34	丙	丙18	44	乙	乙31
8	丁	丁2	21	乙	乙16	35	丁	丁12	44	丙	丙21
8	丁	丁3	21	丙	丙10	36	甲	甲9	45	甲	甲17
8	甲	甲2	21	丙	丙11	36	乙	乙23	47	丁	丁18
8	甲	甲3	23	甲	甲5	36	甲	甲10	47	乙	乙32
9	丙	丙5	23	丙	丙12	37	乙	乙24	47	丁	丁19
9	乙	乙4	25	丁	丁7	37	丁	丁13	48	丁	丁20
9	丁	丁4	25	乙	乙17	38	甲	甲11	49	乙	乙33
11	乙	乙5	25	乙	乙18	38	甲	甲12	49	乙	乙34
11	乙	乙6	26	丙	丙13	39	丁	丁14	49	丙	丙22
11	乙	乙7	26	丙	丙14	39	乙	乙25	50	甲	甲18
13	乙	乙8	26	丙	丙15	40	乙	乙26	50	乙	乙35
13	乙	乙9	29	丁	丁8	40	甲	甲13	50	丁	丁21
13	乙	乙10	29	乙	乙19	40	乙	乙27	50	丙	丙23
14	丁	丁5	29	丁	丁9	40	丙	丙19	51	丁	丁22
14	乙	乙11	31	丙	丙16	41	乙	乙28	51	丙	丙24
14	丙	丙6	31	丙	丙17	41	丁	丁15	51	乙	乙36

【3】Design Expert 檢定結果

a. 達交率=>兩者 Dispatching Rule 無差異

RCBD : Treatment => Dispatching Rule, Block => SB Ratio

Response 1 達交率

ANOVA for selected factorial model

Block term includes B

Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value
Block	4.68	29	0.16		
Model	3.212E-003	1	3.212E-003	2.68	0.1122 not significant
A-Dispatching Rule	3.212E-003	1	3.212E-003	2.68	0.1122
Residual	0.035	29	1.197E-003		
Cor Total	4.72	59			

The "Model F-value" of 2.68 implies the model is not significant relative to the noise. There is a 11.22 % chance that a "Model F-value" this large could occur due to noise.

b. 瓶頸利用率=>兩者 Dispatching Rule 無差異

RCBD : Treatment => Dispatching Rule, Block => SB Ratio

Response 1 瓶頸利用率

ANOVA for selected factorial model

Block term includes B

Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value
Block	5.565E-004	29	1.919E-005		
Model	1.500E-005	1	1.500E-005	12.43	0.0014 significant
A-Dispatching Rule	1.500E-005	1	1.500E-005	12.43	0.0014
Residual	3.500E-005	29	1.207E-006		
Cor Total	6.065E-004	59			

The Model F-value of 12.43 implies the model is significant. There is only a 0.14% chance that a "Model F-Value" this large could occur due to noise.

c. 生產週期時間=> Buffer Status < Critical Ratio

3 factor : Treatment => Dispatching Rule, Block => SB Ratio, 產品

Response 1 生產週期時間

ANOVA for selected factorial model

Block term includes B, C

Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Prob > F
Block	15337.94	32	479.31			
Model	801.13	1	801.13	113.83	< 0.0001	significant
A-Dispatching Rule	801.13	1	801.13	113.83	< 0.0001	
Residual	1449.87	206	7.04			
Cor Total	17588.94	239				

The Model F-value of 113.83 implies the model is significant. There is only a 0.01% chance that a "Model F-Value" this large could occur due to noise.

Design Summary

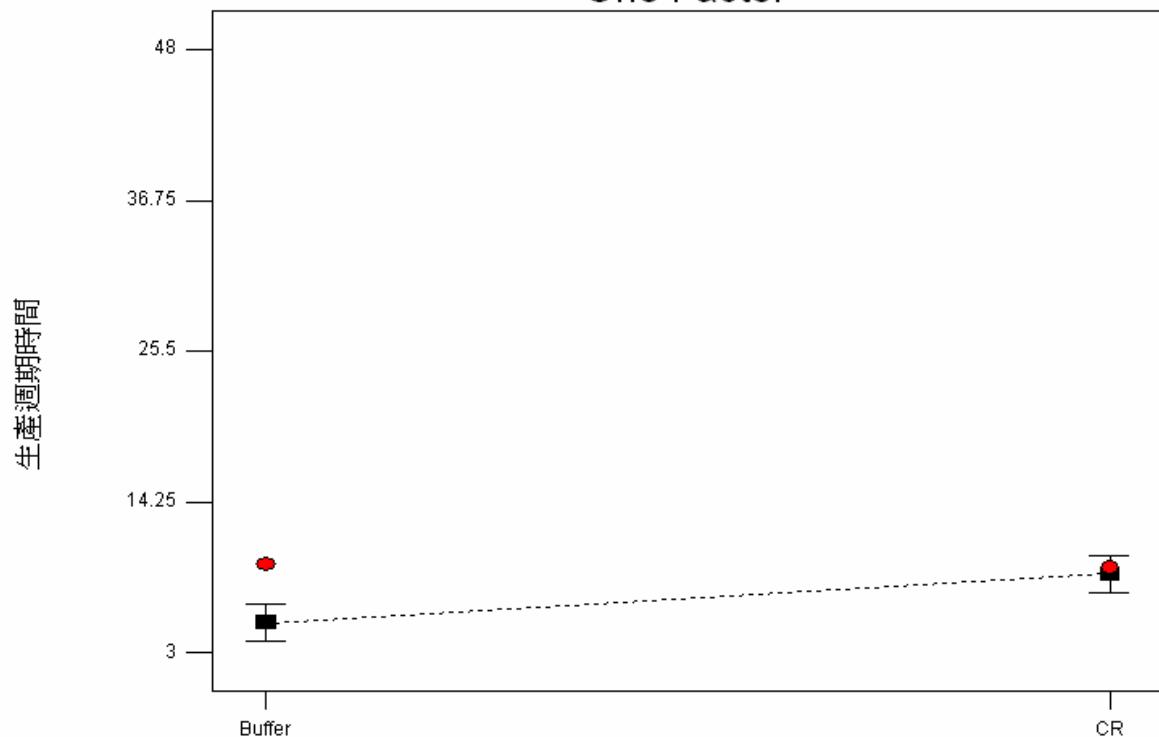
Study Type Factorial
Initial Design Full Factorial

Center Points 0

Design Model 2FI

Factor	Name	Units	Type	Low Actual	High Actual	Levels:	
A	Dispatching Rule		Categoric	Buffer	CR	2	
B	SB Ratio		Categoric	1.1	4	30	
C	產品		Categoric	甲	丁	4	

One Factor



A: Dispatching Rule



【4】S-DBR 有效性驗證—單一無迴流製程環境

4.1 模擬背景描述

模擬背景是單一製造程序且無迴流特性之生產環境，驗證 S-DBR 之投片方法與派工模式的應用是否可行。在生產資源方面，工廠只有 4 個工作站，分別是 A、B、C、D。同時工廠只生產四種產品，分別是甲、乙、丙、丁，各產品之理論生產時間皆是 6 天，製造程序如附錄表 1 所示：

附錄表 1 產品基本資料表

產品	製造程序	Touch Time	機台經過次數			
			A	B	C	D
甲	A→B→B→B→C→D	6	1	3	1	1
乙	A→B→B→B→C→D	6	1	3	1	1
丙	A→B→B→B→C→D	6	1	3	1	1
丁	A→B→B→B→C→D	6	1	3	1	1

其中每一產品在每一工作站的生產加工時間都為 1 天，客戶訂單使用 Excel VBA 函數 (Rnd) 隨機排序與選取，得到一組訂單順序如附錄表 2：



附錄表 2 隨機取樣訂單順序(一)

訂單到達日(隨)	產品順序(隨)	產品編號
1	丙	丙1
1	丙	丙2
2	丙	丙3
2	乙	乙1
3	乙	乙2
3	丁	丁1
3	甲	甲1
5	丁	丁2
5	丁	丁3
6	丙	丙4
6	甲	甲2
7	乙	乙3
7	丁	丁4
7	丁	丁5
7	乙	乙4
8	丁	丁6
8	丁	丁7
9	甲	甲3
9	丁	丁8
10	乙	乙5
10	丙	丙5
11	丁	丁9
12	甲	甲4
12	丙	丙6
12	乙	乙6
13	乙	乙7
13	丙	丙7
14	丙	丙8
14	乙	乙8
14	乙	乙9
15	丁	丁10
15	丁	丁11
15	丙	丙9
15	丁	丁12
16	丁	丁13
17	甲	甲5
18	丙	丙10
20	丁	丁14
20	甲	甲6
21	丙	丙11
22	甲	甲7
22	丁	丁15
23	丙	丙12
24	甲	甲8
24	丙	丙13
24	甲	甲9
24	甲	甲10
25	丁	丁16
25	乙	乙10
27	甲	甲11
27	乙	乙11
27	乙	乙12
28	乙	乙13
28	丁	丁17
28	丁	丁18
29	乙	乙14
29	乙	乙15
29	甲	甲12
30	甲	甲13
30	丙	丙14
30	乙	乙16
32	乙	乙17
32	丙	丙15
32	乙	乙18
32	丙	丙16
33	甲	甲14
34	甲	甲15
34	丙	丙17
34	甲	甲16
34	乙	乙19
37	丁	丁19
37	乙	乙20
37	丁	丁20
38	乙	乙21
39	乙	乙22
39	丁	丁21
44	丙	丙18
44	丙	丙19
44	乙	乙23
45	甲	甲17
45	丙	丙20
46	丙	丙21
46	丁	丁22
47	丁	丁23
48	甲	甲18
48	丙	丙22
49	丁	丁24
49	乙	乙24
49	丙	丙23
50	丙	丙24
50	丙	丙25
50	乙	乙25
51	乙	乙26
52	乙	乙27
52	乙	乙28
52	甲	甲19
52	甲	甲20
53	丁	丁25
53	甲	甲21
51	乙	乙36

SB Ratio = Shipping Buffer / Touch Time，其中 Touch Time 代表理論生產時間，也就是不含等待或任何異常處理的時間。以個案公司為例，一般產品之 SB Ratio 約介 2.5~3.5 之間，取 SB Ratio = 3 作為 Shipping Buffer 之推估值，小數點之後採無條件進位可得到各產品之 Shipping Buffer 如附錄表 3：

附錄表 3 產品之生產緩衝表

產品	甲	乙	丙	丁
Shipping Buffer	18	18	18	18
Touch Time	6	6	6	6
SB ratio	3			

訂單到達日使用 Excel VBA 函數 (Rnd)，隨機選取(0,1,2,3,4)數字，決定每日訂單到達之產品數量，全部到達之訂單皆以 S-DBR 判斷投片日期與承諾達交日期，模擬隨機訂單下之實際生產績效。

4.2 S-DBR 有效性驗證

以隨機產生之訂單順序以及隨機到達之訂單數量做模擬，工廠沒有任何在製品，以 S-DBR 作法判斷是否接單，接單後決定投入日期與承諾該訂單交期，執行面由緩衝狀態決定派貨優先順序，連續執行 300 個工作日，確認產品出貨達交狀態，另外並監控與分析工廠之在製品水準、生產週期時間與瓶頸利用率。

4.2.1 單次模擬結果

模擬條件：SB Ratio = 3，訂單充足，隨機順序如表 4-2，生產工作 300 日。

(4) 產出與達交狀況，如附錄表 4。

附錄表 4 單次模擬產出總表

產品完成數	98
達交數	98
延交數	0
達交率	100%

(5) 機台負載狀況，附錄表 5。

附錄表 5 單次模擬之工作站負載表

站別	A	B	C	D
Move	103	298	99	98
天數	300	300	300	300
Loading	34%	99%	33%	33%

由機台負載狀況可得知瓶頸工作站 B 之產能利用率達到滿載，其中有 2 天閒置狀況，乃是由於模擬初期工廠沒有任何在製品所導致。

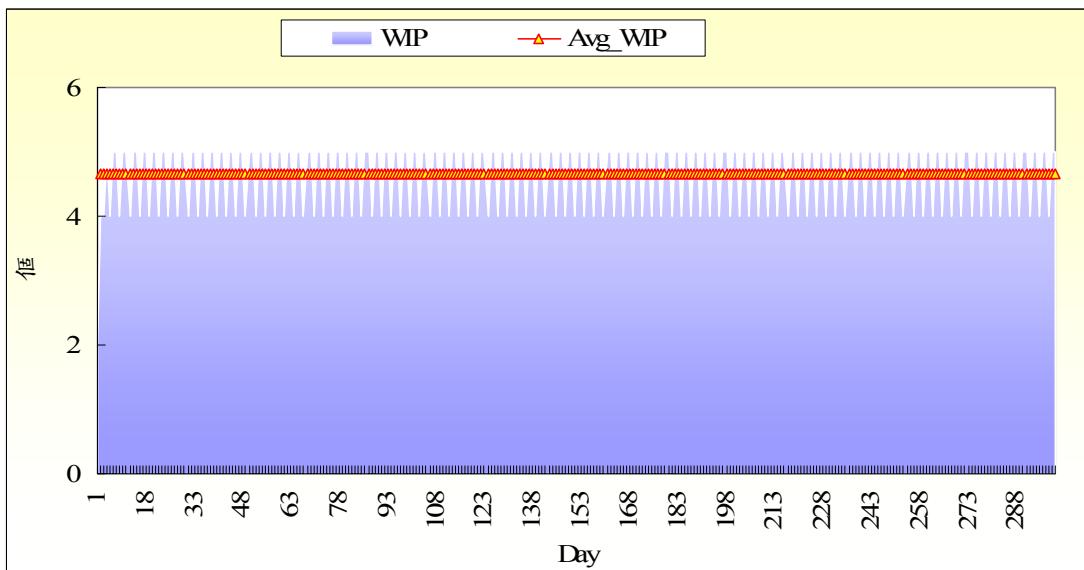
(6) 在製品數量趨勢與生產週期

a. 第 300 日結束之在製品狀況(附錄圖 1)

A 機台 產品 BUFFER	B 機台 產品 BUFFER	C 機台 產品 BUFFER	D 機台 產品 BUFFER
	乙31 22%		
	乙30 39%		
	甲22 6%		
	乙29 56%		
			甲21 72%

附錄圖 1 第 300 天各工作站在製品分布圖

b. 日平均在製品數量 = 4.65，在製品日趨勢變化圖如附錄圖 2：



附錄圖 2 在製品日趨勢變化圖

c. 各產品生產週期

各產品之平均生產週期時間均小於 Shipping Buffer，生產週期時間表現良好（附錄表 6）。

附錄表 6 單次模擬之產品生產週期時間表

產品	甲	乙	丙	丁
數量	20	28	25	25
Avg CT	14.0	14.0	13.4	14.0
Shipping Buffer	18	18	18	18
Touch Time	6	6	6	6

由模擬結果可發現，使用 S-DBR 可確保客戶訂單達交狀況良好，同時生產週期時間表現也在市場可以接受的範圍。

4.2.2 三十組隨機訂單模擬結果

為求得模擬資料之有效性，針對隨機之訂單順序共取樣 30 組，每組訂單到達日亦取隨機模式，各組訂單順序請見附錄【2】，分別執行 300 個工作日的生產模擬，確認相關生產績效。

模擬條件：SB Ratio = 3，隨機訂單順序 30 組（請見附錄【2】），各生產工作 300 日。

(4) 產出與達交狀況

由附錄表 7 可知，無論訂單進來順序如何變化，皆可確保訂單百分之百的達交。由於訂單順序不同以及各產品耗用瓶頸資源多寡不同，使得每一次的模擬產出不盡相同。

附錄表 7 30 次模擬產出數量

模擬次數別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
產品完成數	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
達交數	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
甲	22	21	21	26	23	16	24	19	27	17	16	22	30	23	22
乙	30	32	23	24	29	28	25	27	25	22	22	26	23	26	24
丙	18	29	19	21	23	31	19	27	27	25	33	31	21	21	23
丁	28	16	35	27	23	23	30	25	19	34	27	19	24	28	29
延交數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
達交率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

模擬次數別	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
產品完成數	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
達交數	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
甲	37	27	26	29	20	27	27	29	22	21	22	33	21	18	18
乙	17	24	24	17	31	23	22	24	19	24	33	18	21	33	35
丙	26	32	26	23	21	28	25	23	33	26	17	28	30	24	23
丁	18	15	22	29	26	20	24	22	24	27	26	19	26	23	22
延交數	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
達交率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

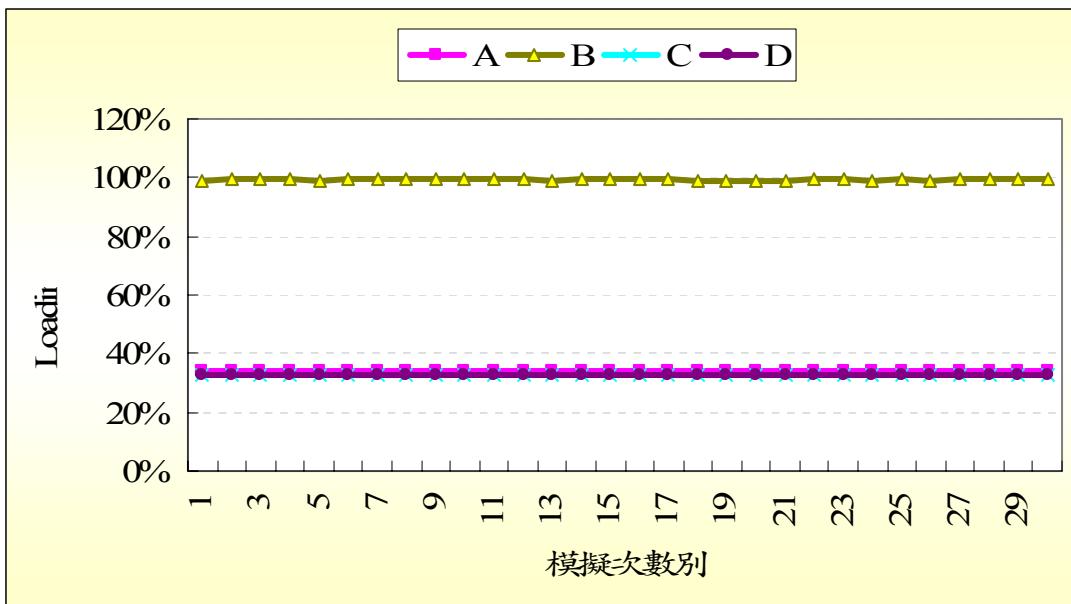
(5) 機台負載狀況



由機台負載狀況表可得知瓶頸工作站 B 之平均產能利用率达到 99% (附錄表 8，附錄圖 3)。

附錄表 8 30 次模擬之工作站負載表

模擬次數別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%
B	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
C	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
D	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
模擬次數別	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%
B	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
C	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
D	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
															平均

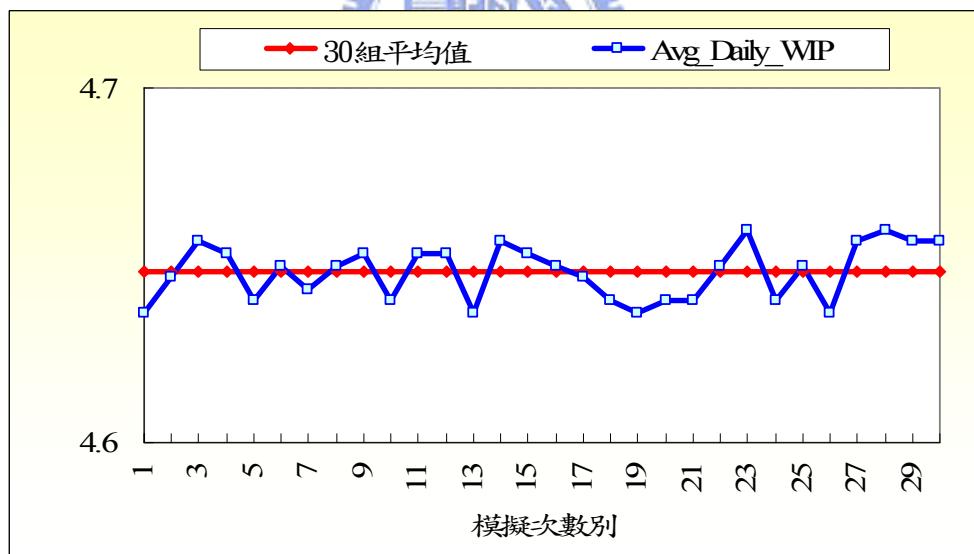


附錄圖 3 30 次模擬之工作站負載圖

(6) 在製品數量與生產週期

a. 日平均在製品數量

30組平均之日平均在製品數量 = 4.64，各組模擬日平均在製品數量圖如附錄圖 4：



附錄圖 4 各模擬次數之在製品數量圖

b. 各產品生產週期

各產品之平均生產週期時間均小於 Shipping Buffer，生產週期時間表現良好（附錄表 9）。

附錄表 9 各模擬次數之在製品數量圖

模擬次數別	SB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
甲	18	14.0	14.0	13.9	13.8	13.7	14.0	13.8	13.6	14.0	13.5	13.8	13.8	13.9	13.7	13.9	
乙	18	13.8	13.7	13.8	14.0	13.8	14.0	13.8	13.9	13.6	13.5	14.0	13.9	14.0	14.0	13.7	
丙	27	14.0	13.8	13.6	13.9	14.0	13.9	14.0	14.0	13.8	14.0	13.8	13.7	13.8	13.6	14.0	
丁	39	13.6	14.0	14.0	13.7	13.9	13.4	13.7	13.8	14.0	14.0	13.8	14.0	13.7	14.0	13.8	
模擬次數別		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	平均
甲		13.9	14.0	13.5	13.7	13.8	13.6	13.8	13.8	14.0	14.0	14.0	14.0	13.8	14.0	14.0	13.8
乙		14.0	13.5	14.0	14.0	14.0	14.0	13.6	13.6	13.6	13.7	13.8	13.6	13.6	13.8	13.6	13.8
丙		13.5	13.8	13.9	13.7	13.5	14.0	14.0	14.0	13.8	14.0	13.5	13.8	14.0	14.0	13.9	13.8
丁		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.8	13.8	14.0	14.0	13.7	13.9	13.9	14.0	13.6	14.0	13.9

由模擬結果可發現，即使各種不同的隨機訂單組合順序之下，使用 S-DBR 依然可確保客戶訂單順利達交，生產週期時間表現也很好。

