

國立交通大學

管理學院在職專班工業工程與管理組

碩士論文

限制驅導式方法改善交期績效之探討

A Study of Using S-DBR to Improve Due-Date Performance

研究生：彭淑華

指導教授：李榮貴 博士

中華民國九十八年七月二十一日

限制驅導式方法改善交期績效之探討

A Study of Using S-DBR to Improve Due-Date Performance

研究生：彭淑華

Student: Shu-Hua Peng

指導教授：李榮貴 博士

Advisor: Dr. Rong-Kwei Li

**國立交通大學
管理學院在職專班工業工程與管理組
碩士論文**

A Thesis
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 2009
Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年七月

限制驅導式方法改善交期績效之探討

研究生：彭淑華

指導教授：李榮貴 博士

國立交通大學管理學院在職專班工業工程與管理組

摘要

為了建立交期可靠與快速回應等決定性競爭優勢，必須建立 99% 交期績效、持續縮短交期時間與緊急單負荷管理等目標，以滿足客戶的重要需求。本研究主要是藉由訪談調查、案例探討與 S-DBR 概念，分析驗證傳統生產上追求產能平衡並在各製程面前設置大量在製品，來保護整個生產線，會造成在製品增加、生產前置時間增長以及交貨延遲等問題。依據 Dr. Goldratt 所提之供應鏈概念，改善流動性能（或相等的前置時間）是運作的首要目標。Simplified Drum Buffer Rope (S-DBR) 使用單一緩衝管理，降低現場管理之複雜性，克服生產控制與規劃中常面臨的不確定的因素，包括有動態性、不確定性、統計波動以及依存關係等；並運用抑制投單管理、訂單優先順序管理、產能受限資源 (Capacity Constraint Resource; CCR) 管理、承諾訂單交期日、快速回應負荷控制...等等，提升生產系統的流動性能與交期績效。本研究藉由案例驗證說明，交期低落改進計畫應該首先集中於改進生產計畫和實行的管理而不是降低變異，應可提供業界或學界參考性的觀點，亦為本研究的貢獻之處。

關鍵字：S-DBR、供應鏈概念、交期績效、生產計畫管理

A Study of Using S-DBR to Improve Due-Date Performance

Student: Shu-Hua Peng

Advisor: Dr. Rong-Kwei Li

**Department of Industrial Engineering and Management
National Chiao Tung University**

Abstract

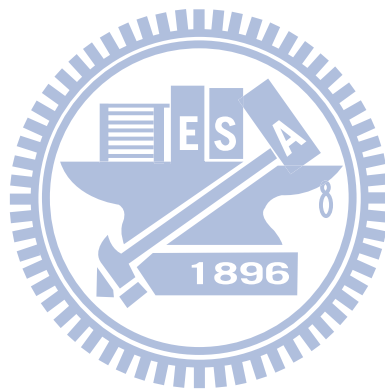
The purpose of this paper is to study traditional production system pursues capacity balance and places work-in process (WIP) inventory in front of every machine to protect overall line, which will lead to production lead time raise, lower the reliability of due day and high work-in process. The concepts of supply chain: Improving flow (or equivalently lead time) is a primary objective of operations. The Simplified Drum Buffer Rope (S-DBR) includes only one buffer: the shipping buffer to overcome the production control and planning confronts a lot of uncertainty factors including dynamic environment, uncertain situation, statistical fluctuations and dependent events. Use of restriction of the order release, priority management, Capacity Constraint Resource (CCR) management, order due-date set, and the capacity reservation that effectively ensure enterprise to increase the decisive competitive edge relied on rapid response performance, and the due-date performance. Based on our findings, due-date performance improvement programs should first focus on improving the management of production planning and execution, instead of reducing variability. It is might offer industry or the educational circles for reference, and that is contribute of this research.

Keywords: S-DBR, Due-date performance, Production control, Concepts of supply chain

誌謝

當我在寫這初稿時，我發現繼續進修這個計畫在我心中早已醞釀多時。這並非始於我應付工作的需要，也不是因為對於學術領域的追求；相反地，這件事的開始，源自於埃及之行，而我下定決心繼續攻讀，最大的功臣是來自於金字塔。1798年7月，拿破崙抵達開羅，乍見雄偉的金字塔，說了一段令人心血沸騰的話：「從這金字塔的頂上，有四十個世紀注視著你們」。埃及有句諺語：「人害怕時間，時間害怕金字塔」，一個橫亘五千年的奇蹟，一個消逝的古文明，它讓我頓悟萬物皆必須突破、必須破繭，才不會淹沒於時間的潮流，而這一切就這麼讓我得以巧妙地接觸學術聖殿。二年來，學校讓我們接受到頂尖的教育，感謝恩師李榮貴教授帶領我接觸 TOC，這一切的起點。我透過張盛鴻教授著作充實其領域，蔡志弘教授教導我對於寫作更細緻精巧，同樣地，我也得感謝在這二年內指導過我的老師，感謝你們的指導與忠告。此外，我的好友延益、建峰、慧雯，在研究方面提供莫大的幫助，還有其他人也以各自不同的方式為我打氣，謝謝他們多年來的友誼，人生因你們而更加豐富美滿。

淑華于 2009.07



目錄

中文摘要	ii
英文摘要	iii
誌謝	iv
目錄	v
表目錄	vii
圖目錄	viii
一、 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的與方向	2
1.3 研究限制	2
1.4 論文架構與流程	3
二、 文獻探討	4
2.1 限制理論的基礎	4
2.2 限制驅導式方法的發展背景與管理技術	5
2.2.1 限制驅導式排程法 (DBR)	5
2.2.2 簡化型限制驅導式排程法 (S-DBR)	7
2.3 傷害交期績效的原因	8
2.3.1 供應鏈概念	9
三、 個案背景	10
3.1 IC 基板產業介紹	10
3.1.1 個案背景介紹	10
3.1.2 個案製程介紹	11
3.2 個案生產管理背景說明	12
3.2.1 交期與投料管理分析	13
3.2.2 找出 CCR	14

3.2.3 CCR 生產力	15
四、 個案探討	16
4.1 S-DBR 應用驗證	16
4.2 過度承諾驗證	18
4.3 抑制投單驗證	18
4.4 訂單管理機制驗證	19
4.5 小結	20
五、 結論	21
5.1 結論	21
5.2 後續研究方向	23
參考文獻	24
附錄一	25
附錄二	26
附錄三	27
附錄四	29
附錄五	32



表目錄

表 1 依架動率投單的交期計算方式表.....	14
表 2 前三大工作站在製品比較表.....	15
表 3 一般單之 S-DBR 應用環境驗證表.....	16
表 4 急單之 S-DBR 應用環境驗證表.....	17
表 5 接單決策緩衝狀態資訊表.....	18
表 6 緩衝消耗狀態資訊表.....	19
表 7 CCR 負荷量比較表.....	19
表 8 CCR 稼動率表.....	22
表 9 近兩年訂單延遲統計表.....	25
表 10 近兩年月平均在製品表.....	26
表 11 加工時間計算表(以壓合為例).....	28
表 12 訂單資料表.....	29
表 13 訪談紀錄表.....	32



圖目錄

圖 1 個案公司近五年訂單準時達交率圖	1
圖 2 個案公司近二年的製造前置時間圖	2
圖 3 論文章節組織架構圖	3
圖 4 限制理論分枝關係圖	4
圖 5 網狀生產流程圖	6
圖 6 緩衝管理示意圖	7
圖 7 計畫性負荷示意圖	8
圖 8 IC 基板產品圖	10
圖 9 PBGA 製造流程圖	11
圖 10 個案公司未達交訂單原因分析圖	13
圖 11 CCR 架動率圖	15
圖 12 管理注意力對時間緩衝圖	22



一、緒論

1.1 研究背景與動機

IC (Integrated Circuit) 載板屬於複雜且設備成本高產業，企業追求的是高產出、高設備稼動率以及低存貨水準的績效。在 IC 封裝產業技術的日新月異、以及高度市場競爭的壓力下，企業為求競爭優勢，除了要具備快速的產品開發、多樣化且快速的製造能力以及增加產品的功能與特性外，滿足交期與及時交貨更是不可或缺的，如何快速反應市場需求與提升顧客的滿意度，已經成為獲勝的關鍵要素。為了確保公司的競爭優勢，訂單的準時交貨與更短且可靠的生產前置時間 (Production lead time) 一直是公司的策略目標，但事實上，如圖 1 所示，公司近五年來的達交率¹平均值還是落於 80% 左右，因此經常收到客戶抱怨訂單無法準時交貨或是交期太長等申訴。在這些問題下，公司開始推動各項改善活動：品質管理、六標準差、顧客滿意和企業改造工程等等，企圖來提高交期績效挽救危機，但改善效果並不顯著。2008 年訂單準時交貨率仍只有 82%，雖然工廠產量提升 44%，生產前置時間卻由 16 天上升至 26 天(↑67%)，如圖 2 所示。



圖 1 個案公司近五年訂單準時達交率圖

¹ 達交率：意指須同時滿足客戶訂單交貨日期與交貨數量。



圖 2 個案公司近二年的製造前置時間圖

1.2 研究目的與方向

多數經理人認為變異是傷害交期績效的主因，努力消滅變異以求提高達交率與縮短前置時間。高德拉特與經理人看法相異，他指出流動性能不佳才是造成前置時間長、達交率差的原因，且有學者 Lee (2008) 透過實驗驗證，在多數情形下，工廠生產管理的方法才是造成交期績效低落與前置時間長的原因，而變異只是其中之一項【8】。本研究以此為基礎，應用供應鏈 (the concepts of supply chain) 【7】與 S-DBR (Simplified Drum Buffer Rope; S-DBR) 概念【5】，檢視個案公司管理模式，進一步釐清傷害交期績效與前置時間上升的主因，並期望能提供改善工廠交期績效與縮短前置時間的方向。

1.3 研究限制

為了讓本研究的焦點不因外在的變化而模糊，故對研究限制與範圍加以規範，降低實體環境的複雜度。

1. 本研究所探討的 IC 基板廠為接單式工廠，並擇其下之 BGA 廠為研究背景。
2. 本研究所探討的範圍以有關生產製造流程的鍍金製程前 (俗稱前段製程)，研究範圍不涉及後端檢驗製造流程 (俗稱後段製程)。
3. 本研究目的在於分析理論在研究對象的驗證，研究範圍不涉及相關實行細節。
4. 本研究不探討瓶頸漂移、多重瓶頸或重工迴流等問題。

1.4 論文架構與流程

本研究共由五個章節所構成，論文架構如圖 3 所示。第一章敘述研究背景及動機；第二章文獻探討針對限制理論、限制驅導式方法與供應鏈等相關文獻回顧；第三章介紹生產管理背景，包括基板製造流程、交期與投料管理模式以及瓶頸分析；第四章為實例探討，包括 S-DBR 應用、過度承諾、抑制投單與訂單管理機制；第五章為本研究的結論與後續建議。

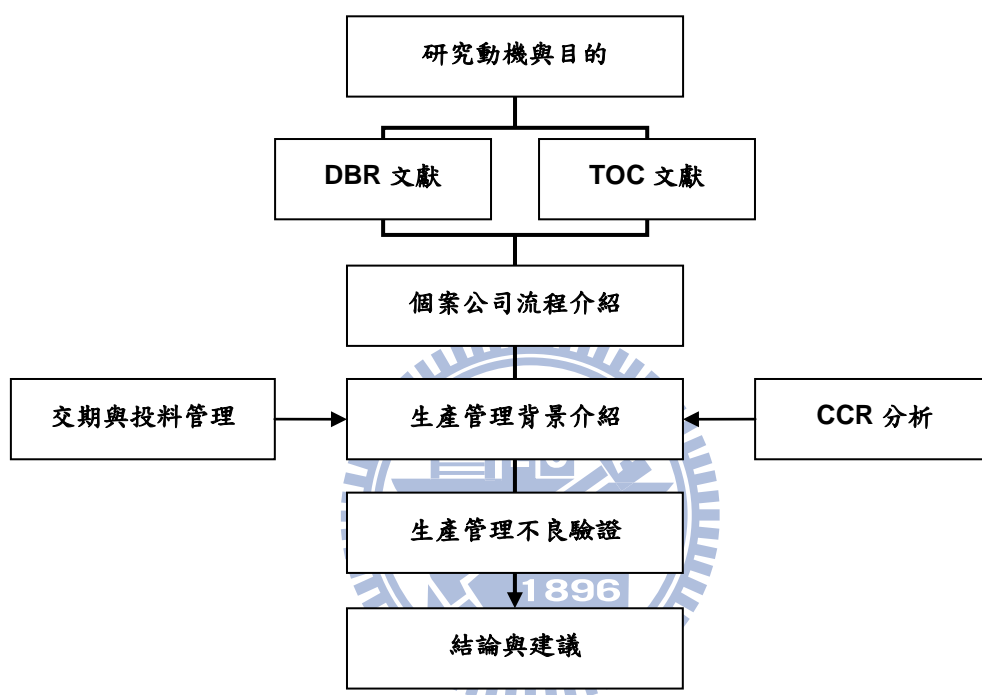


圖 3 論文章節組織架構圖

二、文獻探討

2.1 限制理論的基礎

在 1970 年代末期，以色列高德拉特博士 (Eliyahu. M. Goldratt) 有感於製造業在排程、資源與存貨的管控成效不彰，為了解決這個問題，考量了設備的限制、機器、人員、工具、原料及其他影響排程進行的限制因素，設計最佳化生產技術 (Optimized Production Technology；OPT) 軟體，將瓶頸與非瓶頸作業分開處理，此為限制理論的起源【3】，並於 1984 年擴大 OPT 之應用範圍，提出眾所皆知的限制理論 (Theory of Constraints；TOC)。

限制理論用一套簡單明瞭的邏輯推演，教導與傳播別人正確的觀念與正確的思考方法，處理複雜的管理問題，其理論廣泛的應用在生產管理、專案管理、甚至是財務管理等領域，成為解決企業與個人許多層面的重要方法。限制理論認為局部改善並不等於整體改善，應把企業視為一個整體系統，準確的掌握系統內各環結的互動連結關係，並妥善處理系統環節最弱的連接處，否則單是各別改進每個環結，往往達不到期望的整體最大效益【2】。限制理論主要有三個分枝，分別為排程系統、作業績效衡量指標及思考並解決問題的手法。運籌管理中分成五專注步驟的方法、VAT 分析、DBR 的排程方法以及緩衝管理；作業績效衡量指標則定義了有效產出、存貨及作業費用的關係；至於思考解決問題的手法則包含了現況圖、衝突圖、撥雲見日圖等手法，如圖 4 所示。

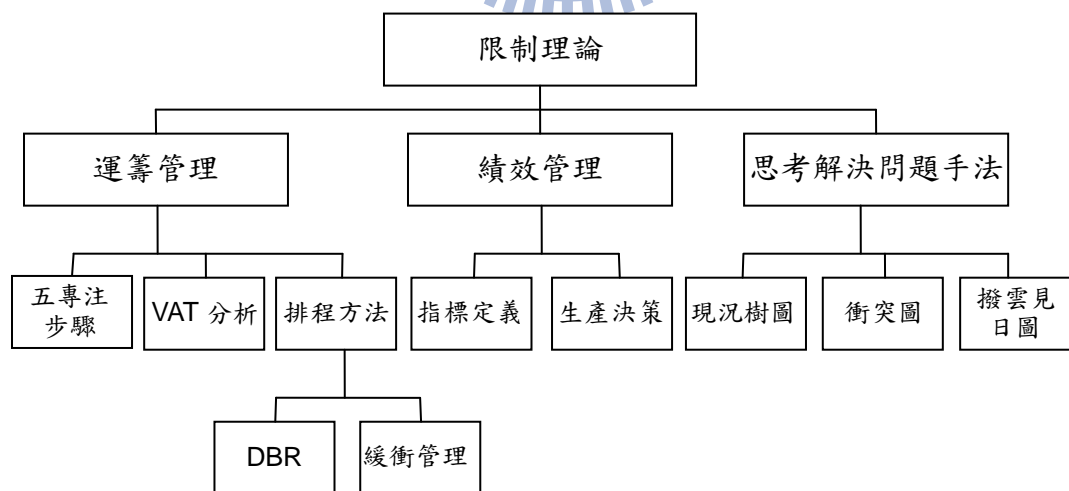


圖 4 限制理論分枝關係圖

資料來源：DBR 現場排程及管理決策支援系統之建構【10】

2.2 限制驅導式方法的發展背景與管理技術

限制驅導式法 (Drum-Buffer-Rope; DBR) 它能幫助企業找出產能受限的資源而使有效產出最大化，以及使用時間緩衝來建置排程以協助準時交貨，其觀點是在調節在途製程的流量接近或等於製造鏈中最受限資源的全部產能。當實施 DBR 時，企業必須接受商業營運根本上的變革，DBR 基本上是對單一、最重負載資源、產能受限資源 (Capacity Constraint Resource; CCR) 運用最大化，而不是嘗試對大多數資源運用的最大化，在不可預測的環境下，實施產能受限資源、出貨作業和組裝的時間緩衝，以防護排程和客戶的交期。

DBR 同時運用庫存緩衝以確保完成品和原材料的可達交性，也可以用庫存應付未預料的客戶訂單。在緩衝管理中公司能夠運用一組有意義的緩衝時間值監督作業與及時採取行動，或者在緊急狀況下迅速執行生產命令，以確保準時的交貨。過後，公司能夠分析流程上的問題和調整緩衝時間以改善排程作業，確保符合客戶交期，以及保持作業的敏捷靈活。概而言之，DBR 是一個滿足客戶訂單的工作訂單計畫。實行 DBR 方法可帶來下列正面的效應：

1. 滿足現存市場的需求，並且協助準時交貨。
2. 在受限於限制資源的情形下，儘量縮短前置時間。
3. 揭露隱藏的產能。
4. 充分利用產能、提升組織有效的產出。

2.2.1 限制驅導式排程法 (DBR)

Drum-Buffer-Rope 的原意，Drum 代表鼓聲就如同一個軍隊的小鼓，可使得行進整齊。Buffer 就如同兩個士兵中間的距離，可以利用它來應付突發的情形。Rope 代表的是軍隊中的紀律，可以確定行進步伐如同鼓聲一樣。鼓-緩衝-繩計畫是一種生產計畫技術，計畫最大化瓶頸能力，用時間緩衝來建立排程，一定程度考慮物料和資源的準時交貨計畫。反應至生產過程中解釋如下：

1. Drum：每個生產系統都需要控制點，以控制系統中產品流量大小的變化。若此系統中有一瓶頸，這瓶頸就是最佳的控制點，而這個控制點就稱為鼓。
2. Buffer：使系統能在不同的狀況下正常運作。一個系統會因為停工、當機或是原料短缺等因素而造成生產線流動不穩定，建立一個時間緩衝以確保在製品在排定製作前能妥當地抵達 CCR。
3. Rope：用來確認整個系統都會與瓶頸點同步生產的機構。如同資訊的回饋 (Feedback) 將瓶頸點的生產情況與上游的工作站溝通，使得上游工作站僅提供回饋資訊所需要的量，以避免生產過多的存貨堆積。故這種溝通的情形、資訊的回饋，我們稱之為繩子 (Rope)，是一種拉 (Pull) 的技法，類似看板

(Kanban) 或及時管理 (Just-in-time ; JIT)，用於發行料品至作業現場。

假如沒有瓶頸，設置鼓的下一個最佳的位置即是 CCR。CCR 即是接近產能的作業，只要無不當的規劃，如：過多的整備時期產能減少、或生產太大的批量而使下游無作業進行之外，其仍有充分的產能。假如沒有瓶頸也 CCR，則控制點可設於任何地方，一般最好的位置在某些資源產出供下游作業的分歧點。如圖 5 所示，為了有效保護系統的有效產出，須設置三個緩衝存貨：

1. 產能限制資源緩衝 (CCR buffer)：置在瓶頸之前，保護受限產能資源不因缺料而閒置，並確保限制驅導節奏的有效進行，也稱為時間緩衝。
2. 會合緩衝 (Assembly buffer)：保護受限產能產出後的裝配不會因等待而慢下來。
3. 交期緩衝 (Shipping buffer)：保護出貨日期，防止錯過對客戶承諾的交期。

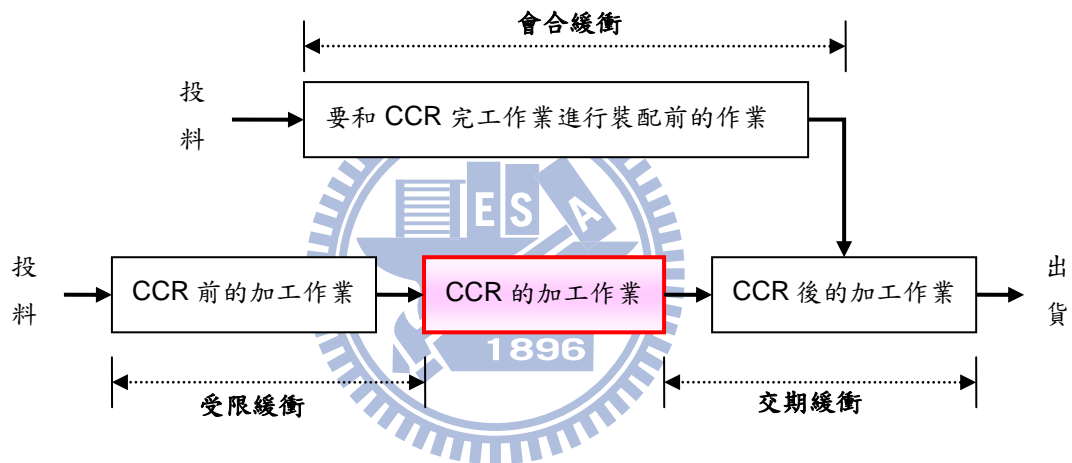


圖 5 網狀生產流程圖

資料來源：限制驅導式排程與管理技術【1】

有很多因素都會影響計劃的執行，無法預料於何時、於何處發生，任何事都可能出錯。為了應付複雜多變的莫非，DBR 將緩衝分為安全區、警告區與行動區三個區域，每區的時間為緩衝時間的三分之一，對莫非進行有效的控制與管理，避免不確定因素威脅瓶頸資源的最大化利用，或延遲客戶交貨日，如圖 6 所示。

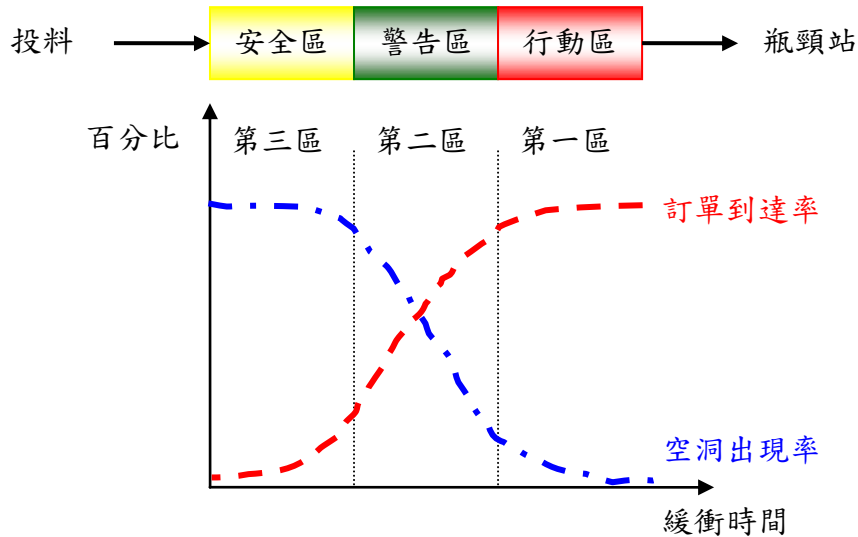


圖 6 緩衝管理示意圖

資料來源：限制驅導式排程與管理技術【1】

2.2.2 簡化型限制驅導式排程法 (S-DBR)

簡化型限制驅導式排程法 (Simplified Drum Buffer Rope; S-DBR) 與傳統 DBR 的概念相同，區別為新增計畫性負荷 (Planned load; PL) 與單一出貨緩衝設計，是一套更佳簡易的方法，也更與企業內現有的物料需求規劃 (Material Requirements Planning; MRP) 與企業資源規劃 (Enterprise Resources Planning; ERP) 系統連結。S-DBR 共有兩項假設，視市場需求為限制之第一項假設帶來四點效應【6】：

1. 當我們決定如何充分利用 CCR 時，我們必須同時仔細考慮，這項決定對市場長期的影響。
2. 一旦我們承諾市場需求，當無法完全實現承諾時的損害，可能比犧牲一些 CCR 的產能損失還要嚴重。
3. 前面兩點效應意味著只要系統有 CCR，我們便落入一種互動性限制 (Interactive constraint) 的情境當中。
4. 內部限制可能出現亦可能消失，但是整體營運的背後總是有市場限制。

簡言之，CCR 必須配合市場做出承諾，當市場波動時，CCR 有負荷過多的風險，基於此應該維持 CCR 某種程度的保護產能。在這樣的情況之下，引申出第二項假設：在一個內部限制，其實際作業順序的小變化，對於整體系統績效不具有大幅度影響。第二項假設導引出 S-DBR 的基本規則【6】：

1. 根據 CCR 的負荷，我們抑制投入訂單來控制在製品的數量：收到訂單第一時間卻須確認 CCR 的負荷，當 CCR 負荷過載時，為了確保訂單的準時達成，

必須採取減輕產能負荷的短期措施。

2. 唯一需要保持的緩衝只有交期緩衝：此項戰略同 DBR 處理無 CCR 的情境，在少數情性之下，CCR 可能會發生匱乏，犧牲一些有效產出，可能換得未來大幅的有效產出，自然可全力配合市場需求。
3. 繩聯繫到市場需求，不再聯繫到 CCR 排程：物料釋出排程直接由收到的確定訂單來決定。

在訂單式生產 (Make-to-order; MTO) 的環境下，CCR 排程的優先順序由於銷售量突然的增加，可能會有重大的變化，因此 S-DBR 藉由使用單一緩衝與不詳排 CCR 的排程來克服局部干擾，讓管理更能聚焦與有效的執行。

S-DBR 並使用計畫性負荷來決定可靠的交期，以快速回應訂單 (Rapid response orders; RR)。新的訂單可達交的日期就為計畫性負荷加上二分之一的生產緩衝時間來決定，如圖 7 所示。如果我們有把握的安全達交時間早於客戶的需求時間時，可不用承諾一個比市場標準時間還要少的交貨期；所以，如果可靠的交期少於市場標準生產時間時，可增加緩衝時間至等於市場的標準生產時間【5】。

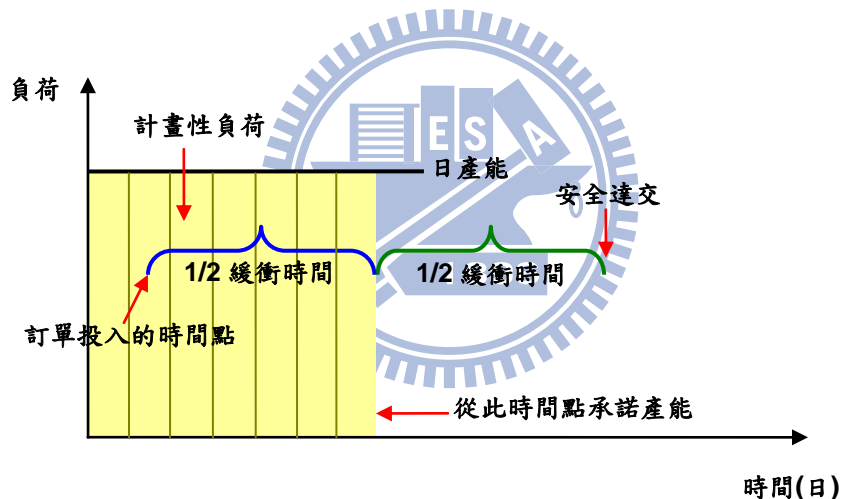


圖 7 計畫性負荷示意圖

資料來源：Using S-DBR in Rapid Response Project【5】

2.3 傷害交期績效的原因

傷害交期績效的原因是什麼？經理人認為 85% 的原因歸咎於難以掌控的變異因素，例如，品質問題、需求改變、機台故障、物料短缺、不可靠的製程... 等等，因此大多數經理人會採用降低變異的手法來管理工廠。如果過度的變化是主因，那麼降低變異後應該會提高交期績效，但實際上，達交率績效經過冗長的努力後只有約 20% 有被提升。根據高德拉特的評論【7】，以及 S-DBR 的實施，變異只是造成交期績效低落的四個原因之一，其他則歸於生產計劃和實行的不良管理：

1. 過度允諾 (設定訂單交期日時無考慮到 CCR 的計畫性負荷)。
2. 無限制的釋放訂單 (工廠擁有太多太早被釋放的訂單，會促進局部效率，延長前置時間)。
3. 缺乏管理訂單優先順序的機制 (混亂的生產訂單導致延誤客戶交期)。

透過實驗顯示，即使依據 CCR 負荷狀況來設定交期日以及有進行抑制投單管理，但是缺乏訂單優先順序管理機制，還是有可能讓達交率低於 95%。交期績效的改善不應廣泛的降低變異，應專注改善不良的工廠生產管理模式，並且遵循供應鏈四概念來改善整體流暢度【8】。

2.3.1 供應鏈概念

高德拉特的文章站在巨人的肩膀上，以亨利福特的流水線 (the flow lines) 與大野耐一的豐田生產系統 (Toyota Production System; TPS) 陳述生產概念與生產應用探討。概括而論，福特與大野遵循四個供應鏈概念：

1. 改善流動性能 (或相等前置時間) 是運作的首要目標。
2. 這項首要目標應該轉化成一套務實的機制，以引導何時不生長的運作機能 (防止過度生產)。
3. 局部效率必須廢止。
4. 一套平衡流動性能之聚焦程序必須就位。福特使用直接觀察，大野使用逐漸減少容器數量，及接著逐漸減少容器中的零件數量。

福特的出發點是，全神貫注於改善產品的整體流暢度，為了限制累積庫存的可用空間，廢止局部效率，消除阻塞與平衡流水線。大野的首要目標是減少前置時間，使用看板系統引導生產運作，防止過度生產，成功擴展福特的專用設備的單一生產概念。福特的概念侷限於單種產品大量生產的環境，TPS 則受限使用於相當穩定的環境，但大多數產業是屬於不穩定的狀態，尤在訂單式生產的環境下，更顯出流暢性的重要。在評論 TOC 的國際文獻中，分析應用 TOC 的平均改善成果：前置時間縮短 70%，交期績效改進 44%，及銷售收入/有效產出/利潤成長 76%，經驗顯示出，不穩定的環境甚至比穩定的環境更能夠從改善流動性能獲得更多的利益【7】。

三、 個案背景

3.1 IC 基板產業介紹

IC 基板產業 (IC substrate industry) 為半導體製程的一環，應用於 IC 封裝(IC package)製程中，其主要功能為承載及保護 IC 晶片，並且擔任電路傳輸之媒介。自 1998 年以來，台灣 IC 基板產業成長迅速，不論在本土或國際半導體產業供應鏈中皆扮演日益重要之角色。台灣於 2005 年已成為全球第二大 IC 基板生產國，產量約達國際市場之百分之五十。目前台灣 IC 基板製造主力廠家有：全懋精密科技、景碩科技、南亞電路板、日月光半導體、欣興電子、旭德電子、健鼎科技、台豐電路板等；這些公司各憑專長，以不同的經營策略活躍於半導體產業。隨著無線電通訊、可攜式電子產品、掌上型電腦及筆記型電腦等電子產品，逐漸走向低功率消耗、輕、薄、短、小及較高的功能整合，IC 基板產品也持續被要求達到「卓越品質、精密設計、迅速開發，彈性製造、低廉價格」等五項水準；因此，台灣 IC 基板產業的競爭與發展將愈來愈複雜，廠家唯有秉持正確發展策略、掌握產業關鍵成功因素，才能具備長期競爭優勢。

3.1.1 個案背景介紹

半導體因接點增多而細密化，封裝的形態也由線發展為面的設計，因此而有所謂從週邊 (Peripheral) 到陣列 (Array) 的趨勢，業界對封裝的利用有大略的分類，一般認為每一平方英寸若接點在 208 點以下可使用導線架 (Lead Frame)，若超出則屬陣列式封裝；不論此板的結構為幾層板，若其最後封裝形態是此種結構，則稱它為球型陣格承載積體電路 (Ball Grid Array；BGA)，如圖 8 所示。

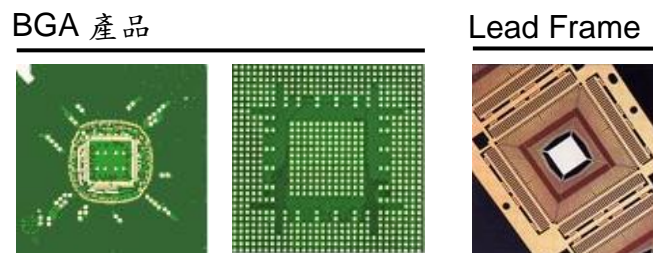


圖 8 IC 基板產品圖

個案公司主要生產開球陣列基板 (Plastic Ball Grid Array；PBGA)。PBGA 為電子構裝中一階構裝用的載板，主要作用在於替晶片與電路板間的不同線路提供連接，同時為晶片提供保護、支撐、與散熱的通道，並符合標準安裝尺寸要求。傳統晶片封裝使用導線架作為晶片導通線路與支撐晶片的載具，接腳位於導線架的兩邊

或是四周，然而因晶片周邊空間有限，當晶片資料處理量的擴大及處理速度的快速成長，其腳數隨之增多時(超過 300 腳位)，傳統導線架封裝即受到限制，PBGA 以錫球來代替以往以金屬導線架 (Lead Frame) 作為晶片與印刷電路板間的接腳，在底部以陣列的方式佈置改進了以往金屬導線架只能在周圍做引腳的方式。

3.1.2 個案製程介紹

PBGA 基本的製造流程如圖 9 所示，主要區分為雙面板與多層板的製作，本節簡略介紹 4 層板之製造流程與目的，而鍍金之後的製程為檢驗、包裝及出貨流程，已不牽涉生產製造品質端，故不在本研究的研究範圍內。

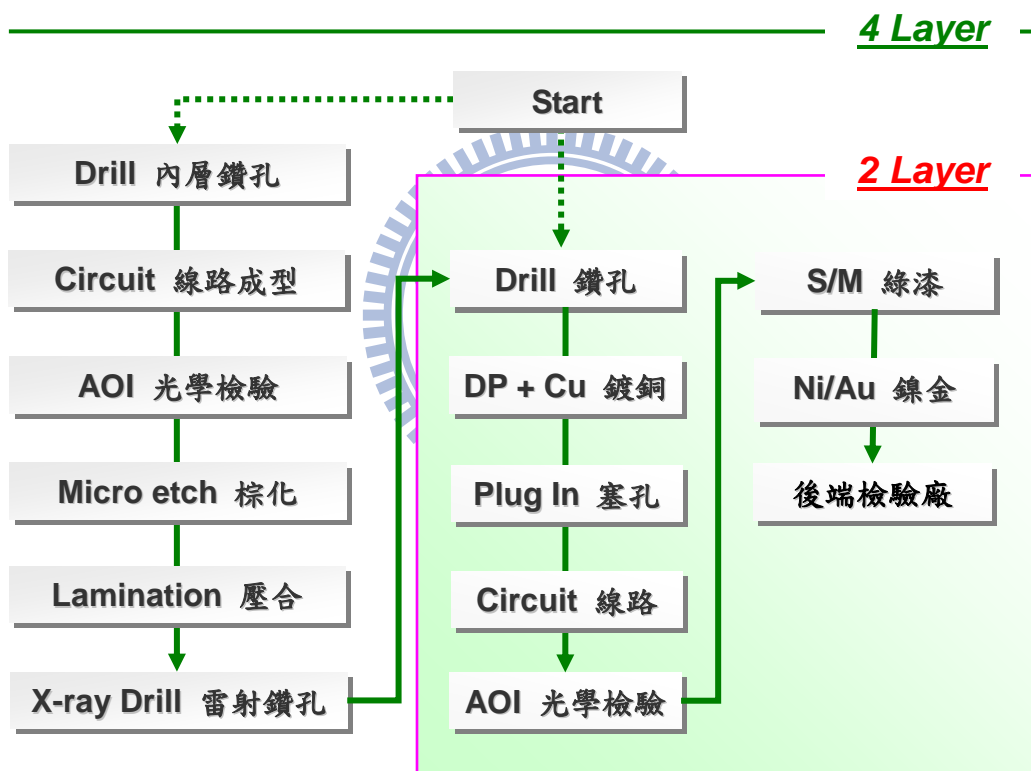


圖 9 PBGA 製造流程圖

1. 領料：根據客戶提供之樣品由物料清單 (Bill Of Material ; BOM) 來決定原物料的廠牌、種類及規格。
2. 內層鑽孔：基板內層鑽孔所鑽的孔主要為下一製程內層曝光的對位靶點孔。
3. 內層線路成型：本製程是利用影像轉移之方式製作內層線路。由於基板的發展趨勢走向輕、薄、短、小，在有限的板面上無法安置大量的零組件及其所衍生出的大量的線路，因此造成多層板的發展，也因為板面面積不夠，所以

在設計上將具有接地與電壓功能之大銅面移入內層，因此，內層一般沒有或只有少量的線路。

4. 壓合：將銅箔、膠片與氧化處理後之內層板，以熱壓方式壓合成多層基板。其中，壓合前內層基板之氧化處理主要在增加基板與膠片間附著力，並在裸銅表面產生一層鈍化層以阻絕在高溫下液態樹脂中氮類對銅面的影響。
5. 外層鑽孔：單面或雙面板的製作都是在下料後直接進行鑽孔，多層板是在完成壓合後才進行鑽孔。
6. 鍍銅：先使孔壁上非導體部份之樹脂及玻纖束進行金屬化，完成足夠焊接及導電之金屬孔壁，以進行後來之電鍍面銅製程。
7. 外層線路成型：經鑽孔及電鍍銅後，內外層已連通，樹脂塞孔最主要加強孔內銅壁之可靠度，本製程最主要是利用影像轉移之方式製作外層線路，以達電性之完整。
8. 綠漆：為了便於肉眼檢查一般都在防焊漆中加入顏料，而防焊漆了綠色外尚有黑色、白色與黃色等。本製程最主要的目的為：(1)防焊：留出板面上待焊的通孔及錫球接合點，將其餘線路及板面都覆蓋住，以防止波焊時造成的短路。(2)護板：防止板面及線路氧化而危害電性性質，並防止外來之機械傷害。(3)絕緣：由於板子越來越薄，線寬越來越細越密，更增加防焊綠漆之重要性。
9. 電鍍鍍金：鍍金主要是作為金層與銅層的屏障，防止銅層氧化與銅離子遷移現象，提高生產速率及節省金用量。本製程之所以選擇金是因為它優越的導電性及抗氧化性，來做為金線與基板連接之介質，但是因為金的成本極高，故只鍍上薄薄的一層。

3.2 個案生產管理背景說明

個案公司生產型態屬於接單式生產模式，產品種類繁多，是以產能規劃為導向的生產環境，強調資源使用率最大化。近兩年訂單延遲原因可歸為品質異常²、生產延遲³與交貨數不足⁴三大類(各月訂單延遲原因詳如附錄一)，如圖 10 所示。並因產業特性使然企業面臨有下列問題：

1. 換線次數頻繁，徒增換線工時，導致產出不足。
2. 急件插單的次數頻繁，常打斷既定排程。
3. 設備產能無法充分發揮。
4. 生產計劃進度多變，排程混亂。

² 品質異常：因處理品質問題而延誤交期者。

³ 生產延遲：工作站超過生管規範生產時間者。

⁴ 交貨數不足：不良報廢造成交貨數不足者。

5. 產品流動效能不佳。
6. 出貨交期時常延誤。



圖 10 個案公司未達交訂單原因分析圖

3.2.1 交期與投料管理分析

為求資源使用率最大化，工廠要求生管每日投片量須大於 3,500 片載板以滿載機台效率(接單量不足除外)。生管接獲業務的交期詢問單後，依照工廠現況的標準生產前置時間 (Quoted standard lead time; QLT)加上此訂單製造流程的加權天數，回覆訂單交期給業務部門，此即為個案公司的訂單交期管理作業。舉一作業流程例如下：2 月 5 日生管接獲業務 UA 的訂單詢單，表 1 為生管部門需確認以及回覆業務的交期計算表。因標準前置時間 18 天小於上月標準前置時間 27.9 天，故安全達交日取上月標準前置時間為計算基準，設定 UA 訂單的交期日為 3 月 8 日。

表 1 依架動率投單的交期計算方式表

基本資料		資料時間：2月5日
訂單	UA	
訂單量(顆)	210,000(≐730片)	
產品型態	4層板；NPL	
成品倉數量(顆)	0	
預估良率(%)	93%	
排版率(排數*顆數)	12*24	
訂單投料量(片)	785 ((訂單量-成品倉)/預估良率 /排版率)	
標準前置時間(天)	18	
計算資料		
工廠在製品量(片)	60,277	
上月鍍金平均日產出(片)	2,162	
上月標準前置時間(天)	27.9 (工廠在製品量 / 上月鍍金平均日產出)	
前置時間之加權天數 (依照產品製造流程加權)	標準前置時間加3天 (說明：NPL 流程+3天)	
投料日	2月5日	
訂單交期日	3月8日 (27.9+3≐31)	

3.2.2 找出 CCR

為利後續的研究探討，須找出個案公司最關鍵的瓶頸：

1. 觀察近兩年的在製品量 (Work-in-process；WIP)，位居最高者皆為綠漆工作站，如表 2 所示 (在製品資料詳如附錄二)。
2. 鑽孔 2007 年雖與綠漆數量相近，但因其有兩家外包商可支援生產，故不對鑽孔負荷有任何威脅。
3. 自 2001 年開發出 NPL (non plating line)⁵ 技術後，產品皆朝 NPL 流程發展，各工作站皆只需一次加工，惟獨綠漆站需有三次迴流，增大綠漆站的工作負荷。

由以上三點可確定，除少量獨特產品受限於其他的工作站外，綠漆站就是個案公司生產系統的關鍵瓶頸。

⁵ NPL (Non Plating Line)：提供一種無需於基板之表面塗佈設電鍍導線亦可進行基板電性接觸墊之電鍍鍍/金的設計。以導電膜作為電流傳導路徑以導通基板上之各電性接觸墊形成晶片封裝基板電性接觸墊之電鍍鍍/金製程與結構，大幅減少因電鍍導線之佈設而造成之影響。

表 2 前三大工作站在製品比較表

年度/名次	2007 年			2008 年		
	製程	WIP	比例	製程	WIP	比例
1	綠漆	6,999	27%	綠漆	17,908	31%
2	鑽孔	6,823	27%	鍍銅	9,063	16%
3	壓合	2,083	12%	外層線路	7,343	13%

3.2.3 CCR 生產力

工廠的產能就等於瓶頸的產能。瓶頸每小時的生產量就等於工廠每小時的生產量，所以瓶頸損失一小時就等於整個系統損失一小時。檢視 CCR 的稼動率與標準差，整備與停機佔 31%、設備固定保養有 6%、標準差為 11.4，如圖 11 所示。設備的整備時間並非不可克服，大野耐一先生開發及實行準備時間的縮減工作，調整程序帶領豐田的準備工作只到幾分鐘⁶【4】。依據數據顯示，2008 年 CCR 稼動率上升 4%，有效產出增加了 300 片/日，換句話說，稼動率提升 1%，有效產出就能增加 2,250 片/月，為達 CCR 充分利用，改善整備與停機問題已刻不容緩。

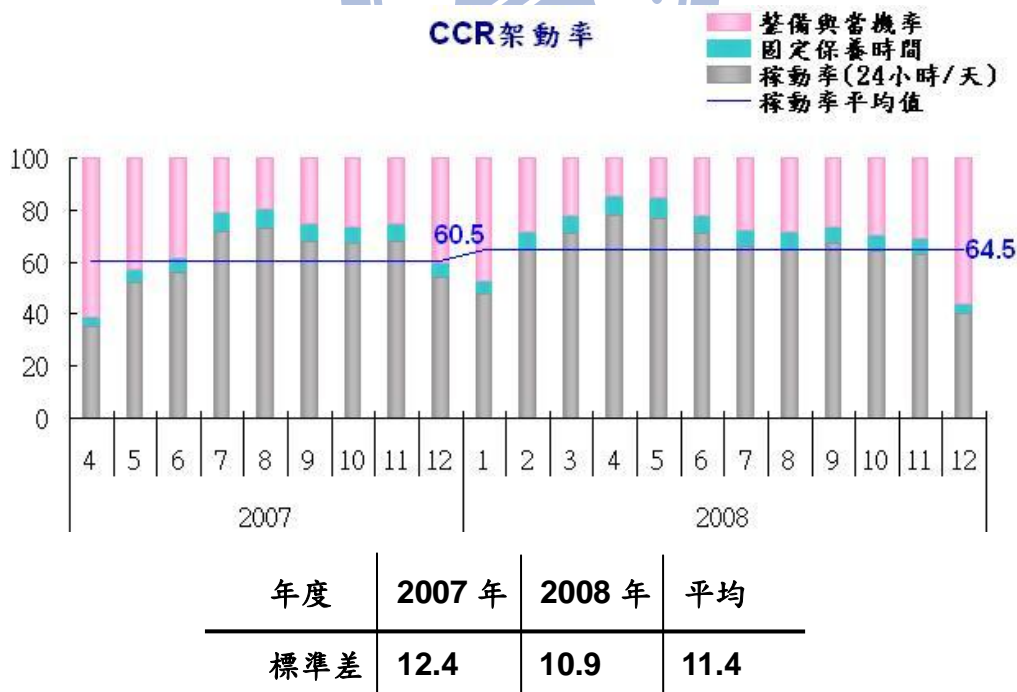


圖 11 CCR 稼動率圖

⁶ 大野耐一的 Toyota Production System 書中提：豐田的鋼模更換工作，從 1940 年從二到三小時，減到少於一小時，在 1950 年降到十五分鐘，在 1960 年降到三分鐘。

四、個案探討

4.1 S-DBR 應用驗證

每一種管理應用方式都會對其生產環境做出應用假設，S-DBR 的使用假設認為：絕大多數的企業其加工時間 (touch time) 約為前置時間 (lead time) 的 10%。當企業符合此項假設時，使用 S-DBR 可以獲得很好的績效表現，前置時間至少可以縮短一半以上。即便是環境未符合此項假設，基本概念仍然是通用的，只要轉化 S-DBR 的應用方式，也可達到很好的改善。以個案公司近兩年的生產前置時間做為樣本來源，比對各產品的製造流程加工時間 (加工時間詳如附錄三)，分析佔總生產量的 85% 左右的主力產品是否符合 S-DBR 假設，如表 3 與表 4 概要。

表 3 一般單之 S-DBR 應用環境驗證表

層數	產品型態	加工時間 (小時/批)	前置時間 (小時/批)		百分比 (加工/前置時間)	
			07 年	08 年	07 年	08 年
1/2/1 L	P1	83	601	664	13.8%	12.5%
1/4/1 L		81	503	547	16.1%	14.8%
2L	P2	45	435 ⁷	337	10.4%	13.4%
	P3	50	—	248	—	20.2%
	P4	53	148	321	35.8%	16.5%
	P5	61	468	389	13.0%	15.7%
	P6	64	461	705	13.9%	9.0%
4L	P7	61	463	459	13.1%	13.3%
	P8	66	—	427	—	15.4%
	P9	69	—	596	—	11.6%
	P10	77	484	474	15.9%	16.2%
6L	P11	64	430	420	14.9%	15.3%

⁷ 2007 年 P2 產品只有一筆訂單量 (8 月)。

表 4 急單之 S-DBR 應用環境驗證表

層數	產品型態	加工時間 (小時/批)	前置時間 (小時/批)		百分比 (加工/前置時間)	
			07 年	08 年	07 年	08 年
1/2/1 L	P1	83	375	368	22.1%	22.5%
1/4/1 L		81	326	355	24.9%	22.9%
2/2/2 L		86	351	365	24.6%	23.7%
2L	P2	45	146	151	30.9%	29.9%
	P3	50	284	229	17.6%	14.8%
	P4	53	288	291	18.4%	18.3%
	P5	61	—	600 ⁸	—	10.2%
	P6	64	336	405	19.0%	15.8%
4L	P7	61	245	331	24.8%	18.4%
	P8	66	323	233	20.3%	28.2%
	P9	69	284	483	24.3%	14.3%
	P10	77	269	332	28.6%	23.2%
6L	P11	64	279	233	23.0%	27.5%

1. 若企業環境加工時間小於 10% 緩衝時間，使用 S-DBR 技法可以縮短至少二分之一的生產時間。排除單筆效應後，個案公司一般單的加工時間約佔前置時間的 16%~20%，急單則廣泛落於 20~30% 區間，不符合 S-DBR 假設，故保守設定前置時間縮短三分之一為目標進行改善，以滿足客戶的期望，提高企業的競爭力。
2. 推動 S-DBR 技法時，設定生產緩衝時間為目前生產前置時間的一半，比常規時間短四分之一或一半的訂單才會提高其優先順序。以此觀點，個案公司急單的前置時間只約短一般單的三分之一，尚不符合 S-DBR 的急單定義，因此擁有非常大的改善空間。
3. 前置時間受訂單筆數、交貨數量以及生產狀況等因素交互影響，彼此間非呈正相關係。例如：只有一筆訂單量時前置時間會較多筆短（如 2007 年 P2 產品），但若交貨數已滿足訂當量但在製品未及時入庫時，前置時間則會變形擴張，造成前置時間的不可靠性（如 2008 年 P5 產品），並且半成品會堆積於工作現場，造成動線混亂與加重作業人員盤存負荷。

⁸ 2008 年 P5 產品只有一筆訂單量(11 月)。

4.2 過度承諾驗證

以投單前的緩衝狀態檢視銷售人員在回應客戶訂單交期要求時，是否有過度承諾的現象。若今天接到客戶要求的前置時間(QLT)少於出貨緩衝時間(SB)的訂單時，則此單的優先順序會比今天要投單的常規訂單來得高。檢視工廠 WIP 資訊 (在製品資訊詳如附錄四)，137 筆訂單中共有 16 筆於投單前緩衝狀態(IS)便大於零 (佔 12%)，如表 5 所示。在有保留產能的情形下，比緩衝時間短四分之一或一半的訂單只要提高生產優先順序應該不會造成太多問題。雖然，訂單 8 以及訂單 128 在投單前緩衝就已經被高度侵蝕，並且在交貨日當天還處於加工狀態，但總體而言，業務過度承諾的狀態只有 1.5%。

表 5 接單決策緩衝狀態資訊表

訂單編號	資料時間：7月2日					
	製造前置時間 MLT	出貨緩衝時間 SB=75%*MLT	承諾客戶的前置時間 QLT	投單日 ID	交期日 DD	緩衝狀態 IS=(SB-QLT)/SB
8	17.1	12.8	3	6/29	7/2	77%
128	29.4	22.0	11	6/21	7/2	50%
18	17.9	13.4	10	6/28	7/8	26%
12	28.2	21.1	16	7/2	7/18	24%
98	28.3	21.3	17	6/28	7/15	20%
19	27.8	20.9	17	6/23	7/10	19%
21	28.0	21.0	18	6/21	7/9	14%
28	28.0	21.0	18	6/15	7/3	14%
26	28.5	21.3	19	6/17	7/6	11%
25	28.0	21.0	19	6/17	7/6	10%
29	19.2	14.4	13	6/19	7/2	10%
15	27.9	20.9	19	6/28	7/17	9%
27	29.7	22.3	21	6/15	7/6	6%
11	18.2	13.6	13	6/30	7/13	5%
24	18.2	13.6	13	6/23	7/6	5%
32	17.9	13.4	13	6/13	6/26	3%

4.3 抑制投單驗證

設定最佳的緩衝時間大小是困難的，個案公司一般單加工時間小於生產前置時間 20%，保守作法先設計出貨緩衝為製造前置時間之 75%(依據(Schragenheim E. and Dettmer H.W.,2001 在 Manufacturing at Warp Speed 書中所提)【9】，在正式推動 S-DBR 時，再依照系統狀況隨時檢視、修正。緩衝狀態是指已經被消耗掉的時間佔原有緩衝時間的比例，緩衝狀態提供可以準時交貨的資訊，工廠依照緩衝侵蝕的狀態決定生產的優先順序，緩衝侵蝕數值愈高則工令愈緊急。同理，也可檢視緩衝狀態侵蝕率來判斷工廠是否充斥太早投料的工件。檢視 7 月份被釋放到工廠的 137 筆訂單中，

共有 40 筆緩衝狀態小於 0% (訂單資訊詳如附錄四)，意味著有 29% 的訂單都太早被釋放到工廠，如表 6 所示。

表 6 緩衝消耗狀態資訊表

訂單型態	緩衝侵蝕狀態 $\leq 0\%$ 之訂單數量 ($BS=CT/SB*100\%$)	總訂單數量	百分比率
急單	3	9	33%
試產單	1	24	4%
一般單	36	104	45%
Summary	40	137	29%

以資源使用率的最大化投料而未考慮 CCR 負荷的投單安排，造成有 29% 的訂單被太早被釋放，所以發生在製品阻塞、前置時間上升的現象，同時也傷害了績效。表 7 為年平均在製品的資料 (在製品資訊詳如附錄二)，工廠生產前置時間由 2007 年 15.8 天上升至 26.4 天(↑10.6 天)，在 CCR 的日產出提升 300 片的情形下，CCR 計畫性負荷仍由 9.2 天提高至 19.8 天 (↑10.6 天)。若以回復 2007 年平均生產週期時間 15.8 天為短期目標，則必須採取減輕產能負荷的短期措施。以 CCR 日產能 2,600 片並預留 4 天的 CCR 後製程緩衝時間，凍結下單限制系統量，當 CCR 的計畫性負荷減少至 31,200 片以下時，CCR 則可於第 13 天生產新投料之訂單，第 16 天出前段廠。回復 2007 年的前置時間水準不代表可提高達交率，尚需根據 CCR 的負荷抑制投單來平衡在製品水位與提高達交率。短期抑制投單當在製品降於 20,800 片時，便可於 CCR 開始該作業前的第 8 天來釋放物料，CCR 於第 9 天可生產新投料的訂單，第 13 天出前段廠。訂單可確保於第 16 天內安全達交，且在製品只會堆積在 CCR 前。

表 7 CCR 負荷量比較表

項目	2007 年	2008 年	差異
工廠總 WIP	25,453 片	57,591 片	↑ 32,138 片
CCR 當站 WIP	6,999 片	17,908 片	↑ 10,909 片
CCR Planned load	24,909 片 (9.2 天)	53,543 片 (19.8 天)	↑ 10.6 天
CCR 日產出	2,300 片/天	2,600 片/天	↑ 300 片
工廠生產週期時間	15.8 天	26.4 天	↑ 10.6 天

4.4 訂單管理機制驗證

個案公司目前的訂單管理優先順序機制分為三類：(1) 上級主管指定跟催料號；(2) 依據最早交期；(3) 遵循先進先出原則，以下簡為說明作業原則：

1. 工廠每日早、晚會時，由各單位主管回報指定跟催料號於廠級主管，值班人員並於會後發佈排程進度與資訊。
2. 廠生管(小生管)負責即時更新線上排程報表的重點料號，提示現場人員包含

急單、客戶認證單以及高生產難度等料號。

3. 其餘工令則由現場領班依照實際生產狀況微調生產進度。

儘管有明確的生產原則，落實度仍須被確認。不具名問卷調查 66 位同仁，其中包含管理階層、工程師、領班與作業人員(問卷結果詳如附錄五)，回答下列三個問題，包含投注訂單優先順序管理的強度以及生產原則的落實度。

1. 面臨多樣化的生產，投注訂單優先順序管理強度：有 88% 的人指出對於訂單優先生產順序須投注高度管理注意力，剩餘 12% 也需投注中度注意力。
2. 是否有明確的排程，執行做對的事：所有人均指出生產資訊充足，使得工程師或領班了解各站在製品的情形，不會導致排程太過粗略而不及時。
3. 是否會因績效指標而忽略排程：只有 4.5% 的人指出，因重視作業效率與個別產出，作業人員會為了減少換線次數，採取集中作業或大批量工單優先處理，而忽略出貨的優先順序。

這些回應證明工廠落實上級指示的生產原則，但管理階層需付出高度的注意力來進行訂單優先的管理，避免被生產延遲而傷害交期。

4.5 小結

個案公司經過分析結果，本研究可得四點結論：

1. 加工時間約佔前置時間之 20%~30%，因此前置生產時間還有很大的縮減空間。
2. 極低的過度承諾行為。回應客戶訂單要求時，當投單前的緩衝侵蝕率高於四分之一時或一半時，在保有產能的情形之下，只要提高生產優先順序並不會造成太大的問題。
3. 依照資源使用率最大化投料，有 29% 的訂單太早被釋放，沒有抑制投單的行為，會促進局部最佳行為與延長前置時間。
4. 有一套管理訂單優先順序的系統並且作業員落實生產原則，但管理階層需投注高管理注意力來排解訂單的狀況。

五、 結論

5.1 結論

根據分析顯示，個案公司的生產管理為：(1)極低的過度承諾行為；(2)中度的無限制釋放訂單；(3)有一套管理訂單優先順序的系統；(4)低落的 CCR 生產力以及高變異量。(2)以及(4)會造成交期績效低落與長前置時間，儘管要明確指出影響範圍是困難的，但是經由分析結果提出改善交期績效與縮短前置時間之建議卻是可行的。

1. 縮短前置時間，平衡流動性能：公司緩衝時間相當的長，並且須投注高注意力來管理訂單，因此在管理注意力對時間緩衝圖上是落於右上邊的斜坡，如圖 12 展示。根據研究顯示，當落在的右邊斜坡上時，很多公司的達交績效都低於 90%，並且其生產優先順序系統是：急、很急、特急，忙碌的優先順序會導致生產現場的混亂，意味著易導致訂單延遲的狀況發生。選擇時間緩衝等於目前生產前置時間的一半，可以確保公司處於圖 12 水平的某一處，平衡流動性能則可修改曲線的狀態。減少庫存並不代表績效就能提高到九十幾，還有很多的訂單還在 CCR 前排隊生產，在製品的加工順序混亂會造成訂單無法完成的風險【7】。S-DBR 使用簡單的系統來管理訂單順序，依據緩衝時間被侵蝕的狀態來判斷訂單的工作順序，並且保留產能以應付快速回應訂單，當沒有快速回應訂單時，CCR 產能可投入生產一般性訂單，計畫性負荷的時間就便更短了【5】。
2. 充分運用瓶頸，提高 CCR 生產力：供應鏈概念第一則，改善流動性能是運作的首要目標。實行縮減整備時間技術，揭露多餘產能，縮減三分之一的停機時間，有效產出可提高 23,250 片/日，相當於每月可提升 30%的產能。
3. 縮減 CCR 稼動率變異，回應可靠交期：如表 8 所示，2008 年 CCR 稼動率最大值與最小值差距 30%，產出差異量 67,500 片/月，單月間最大差距為 23%，產出差異量 51,750 片/月，平均也有 14,625 片/月的差異。個案公司是依據上月產出量回覆客戶交期，但是 CCR 稼動率的過度起伏會造成各工作站產能的誤判，因而造成延誤訂單的風險。六標準差是一個很好的管理變異手法，進行體制內外的改善，可縮減各工作站實際生產時間與生管期望值差異，有助於回應可被信任的交期。
4. 設定持續改善計畫，邁向整體改善：一套良好的應用方式需設定持續改善計畫才能獲得整體的改善，收集嚴重侵蝕訂單或已延遲的原因，應用 20-80 法則，聚焦相關局部改善工作，推動各部門行動方向朝向整體貢獻前進。

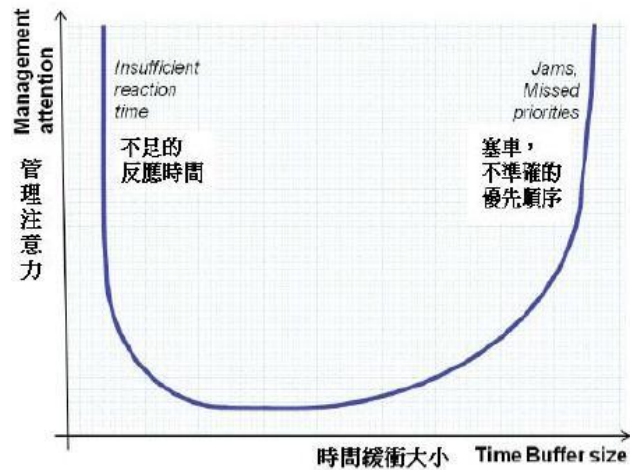


圖 12 管理注意力對時間緩衝圖
資料來源：站在巨人的肩膀上【7】

表 8 CCR 稼動率表

年度	月份	稼動率(%)	差異量%(上月-本月)
2007	4	35	—
	5	52	17
	6	56	4
	7	72	16
	8	73	1
	9	68	5
	10	67	1
	11	68	1
	平均	60.5	7.4
2008	12	54	14
	1	48	6
	2	65	17
	3	71	6
	4	78	7
	5	77	1
	6	71	6
	7	66	5
	8	65	1
	9	67	2
	10	64	3
	11	63	1
	12	40	23
平均	64.5	6.5	

5.2 後續研究方向

本研究雖然具體而微的驗證了 S-DBR 完美工廠的生產遊戲的結果，但無法涵蓋影響交期績效與前置時間的所有層面，未來研究者可以此為基礎，再進一步深入研究。

1. 本研究以訂單式 IC 基板廠為研究背景，未來可延伸不同產業類別。
2. 本研究的加工時間計算以層數與產品型態為基準，爾後可向下以流程別展開進一步研究。
3. 因研究對象於 2007 年 4 月才進行自動化稼動率指標，設備停機原因資訊尚不完善，爾後可進一步收集設備異常停機原因、整備時間以及停機待料時間等，對症提昇設備運轉率與有效產能。
4. 本研究只對研究對象進行探討，不涉及實行細節，未來研究可深入具體驗證導入 S-DBR 或六標準差等改善手法的成效。



參考文獻

1. 吳鴻輝、李榮貴，限制驅導式現場排程與管理技術，三版，全華科技圖書，台北，民國 96 年。
2. 高德拉特、柯克斯，目標，齊若蘭譯，三版，天下遠見，台北，民國 95 年。
3. Richard B. Chase、F. Robert Jacobs、Nicholas J. Aquilano，作業管理，徐淑如譯，十一版，美商麥格羅·希爾，台北，民國 97 年。
4. Ohno, Taiichi, Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Pr, Sep. 2002.
5. Eli Schragenheim, “Using S-DBR in Rapid Response Project,” TOC Chinese E-Newsletter, 29, Aug 2008.
6. Eli Schragenheim, H. William Dettmer, “A whole system approach to high velocity manufacturing,” TOC Chinese E-Newsletter, 27, Jul 2008.
7. Eliyahu M. Goldratt, “Standing on the Shoulders of Giants,” TOC Chinese E-Newsletter, 41, Feb 2009.
8. Jiun-Huei Lee, “Why Is High Due-Date Performance so Difficult to Achieve?—An Experimental Study,” Production and Inventory Management Journal, 45, pp.30-43, 2008.
9. Schragenheim E. and Dettmer H.W., Manufacturing at Warp Speed: Optimizing Supply Chain Financial Performance Includes Simplified Drum-Buffer-Rope, CRC Pr I Llc, Sep 2009.
10. 謝忠志，「DBR 現場排程及管理決策支援系統之建構-運用基因演算法及模糊理論」，台北科技大學，碩士論文，民國 90 年。

附錄一

表 9 近兩年訂單延遲統計表

年度	月份	訂單量	達交率	訂單延遲原因		
				品質異常	生產延遲	交貨數不足
2007	1	245	77%	53	1	1
	2	437	84%	53	11	4
	3	355	87%	10	34	0
	4	371	91%	13	17	2
	5	309	65%	32	68	7
	6	416	86%	29	28	3
	7	435	96%	1	11	7
	8	484	93%	8	11	16
	9	448	77%	50	53	1
	10	430	67%	65	63	14
	11	498	73%	57	54	28
	12	347	82%	50	10	3
	Total	4,775	—	421	361	86
2008	1	385	95%	13	1	4
	2	310	87%	27	9	5
	3	456	89%	39	7	3
	4	397	79%	43	42	3
	5	447	84%	24	45	2
	6	459	92%	27	10	3
	7	457	88%	4	3	48
	8	572	66%	76	48	71
	9	599	63%	80	60	64
	10	517	77%	47	34	40
	11	469	79%	14	18	5
	12	442	85%	—	—	2
	Total	5,510	—	394	277	250

附錄二

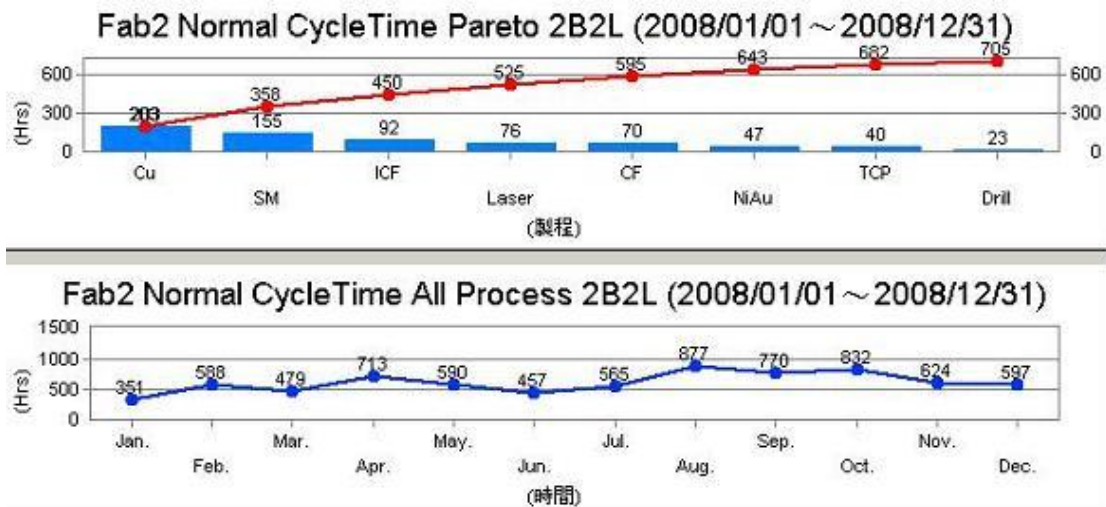
表 10 近兩年月平均在製品表

項目(片)	2007 年			2008 年		
	數量	比例	名次	數量	比例	名次
內層線路	178	1%	9	4,057	7%	5
壓合	3,082	12%	3	2,540	4%	8
鑽孔	6,823	27%	2	5,787	10%	4
雷射鑽孔	441	2%	8	1,027	2%	10
鍍銅	1,589	6%	6	9,063	16%	2
塞孔	2,684	11%	5	4,009	7%	7
外層線路	3,022	12%	4	7,343	13%	3
鍍薄銅	91	0%	10	1,809	3%	9
綠漆	6,999	27%	1	17,908	31%	1
鍍金	544	2%	7	4,048	7%	6
Total	25,453	100%	—	57,591	100%	—



附錄三

1. 製造前置時間資料來源擷取個案公司資訊系統，以 2B 為例：



2. 加工時間以標準產品流程為計算基準，如下定義：

- (1) 批量定義為每批 84 片，曝光機定義為一分割曝光
- (2) 機鑽鑽孔機定義：20 萬轉速，鑽針直徑=0.2mm，每片 10 萬孔數並可 3 片疊
- (3) 雷射鑽孔機定義：鑽徑=0.08mm，每小時可鑽 80 萬孔

3. 加工時間計算方式：

- (1) 製造流程的加工時間，以壓合為例 (表 11)

$$(C1+C2+C3+C5+C6+C8)/60 \text{ 秒} * 84 \text{ 片} + (C4+C7) \text{ 分} = 741 \text{ 分/批}$$

$$740/60 = 12.4 \text{ 小時/批}$$

- (2) 產品型態的加工時間，以 2B 為例

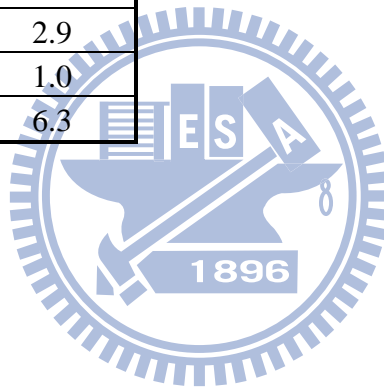
$$B+D+E+F+G+H+K = 64.2 \text{ 小時/批}$$

表 11 加工時間計算表(以壓合為例)

代號	製造流程	加工時間 (時/批)
A	內層鑽孔	1.0
B	內層線路+AOI	2.4
C	壓合	12.4
D	雷射鑽孔	14.4
E	鑽孔	24.4
F	鍍銅	2.6
G	塞孔	4.1
H	外層線路+AOI	3.3
I	TCP	1.5
J	綠漆	5.1
K	RM 綠漆+鍍金	13
L	鍍金	1.1
M	1/2/1 core	2.9
N	1/4/1 core	1.0
O	2/2/2 core	6.3



壓合細部流程	加工時間	單位
C-1	15	秒/片
C-2	45	秒/片
C-3	45	秒/片
C-4	270	分/批
C-5	45	秒/片
C-6	135	分/批
C-7	45	秒/片
C-8	45	秒/片



附錄四

表 12 訂單資料表

		1) 資料時間：7月2日(CD) 2) 製造前置時間(MLT) 3) 出貨緩衝時間(SB=75%*MLT) 4) 承諾客戶的前置時間(QLT) 5) 下料日期(ID) 6) 交期(DD) 7) 距交期剩餘時間(ST=DD-CD) 8) 緩衝消耗天數(CT=SB-ST) 9) 投單後緩衝侵蝕狀態(BS=CT/SB*100%) 10) 投單前緩衝侵蝕狀態 (IS=(SB-QCT)/SB*100%)								
訂單型態與編號	MLT	SB	QLT	ID	DD	ST	CT	BS	IS	
急單	1	15.3	11.5	32	6/28	7/30	28	-16.5	-143%	-178%
	2	13.8	10.3	15	6/30	7/15	13	-2.7	-26%	-45%
	3	15.4	11.6	17	6/28	7/15	13	-1.4	-12%	-47%
	4	14.8	11.1	21	6/22	7/13	11	0.1	1%	-89%
	5	9.6	7.2	21	6/18	7/9	7	0.2	3%	-192%
	6	9.6	7.2	20	6/16	7/6	4	3.2	44%	-178%
	7	17.1	12.8	13	6/21	7/4	2	10.8	84%	-1%
	8	17.1	12.8	3	6/29	7/2	0	12.8	100%	77%
	9	14.0	10.5	22	6/9	7/1	-1	11.5	110%	-110%
	10	23.3	17.5	37	6/17	7/24	22	-4.5	-26%	-111%
試產單	11	18.2	13.6	13	6/30	7/13	11	2.6	19%	5%
	12	28.2	21.1	16	7/2	7/18	16	5.1	24%	24%
	13	10.8	8.1	30	6/8	7/8	6	2.1	26%	-272%
	14	17.9	13.4	14	6/28	7/12	10	3.4	26%	-4%
	15	27.9	20.9	19	6/28	7/17	15	5.9	28%	9%
	16	22.9	17.2	22	6/22	7/14	12	5.2	30%	-28%
	17	28.0	21.0	29	6/16	7/15	13	8.0	38%	-38%
	18	17.9	13.4	10	6/28	7/8	6	7.4	55%	26%
	19	27.8	20.9	17	6/23	7/10	8	12.9	62%	19%
	20	28.0	21.0	22	6/18	7/10	8	13.0	62%	-5%
	21	28.0	21.0	18	6/21	7/9	7	14.0	67%	14%
	22	17.9	13.4	14	6/22	7/6	4	9.4	70%	-4%
	23	18.0	13.5	14	6/22	7/6	4	9.5	70%	-3%
	24	18.2	13.6	13	6/23	7/6	4	9.6	71%	5%
	25	28.0	21.0	19	6/17	7/6	4	17.0	81%	10%
	26	28.5	21.3	19	6/17	7/6	4	17.3	81%	11%
	27	29.7	22.3	21	6/15	7/6	4	18.3	82%	6%
	28	28.0	21.0	18	6/15	7/3	1	20.0	95%	14%
	29	19.2	14.4	13	6/19	7/2	0	14.4	100%	10%
	30	29.5	22.1	23	6/9	7/2	0	22.1	100%	-4%
	31	28.4	21.3	23	6/6	6/29	-3	24.3	114%	-8%
	32	17.9	13.4	13	6/13	6/26	-6	19.4	145%	3%
33	28.0	21.0	71	4/4	6/15	-17	38.0	181%	-238%	
34	17.5	13.1	59	6/27	8/26	54	-40.9	-311%	-350%	
一般單	35	17.1	12.8	55	6/22	8/17	45	-32.2	-251%	-329%
	36	17.9	13.4	55	6/22	8/17	45	-31.6	-235%	-309%
	37	17.5	13.1	47	6/27	8/14	42	-28.9	-220%	-258%
	38	10.3	7.8	37	6/17	7/24	22	-14.3	-184%	-377%
	39	17.5	13.1	42	6/24	8/6	34	-20.9	-159%	-220%
	40	10.3	7.8	22	6/30	7/22	20	-12.3	-158%	-184%
	41	17.5	13.1	47	6/18	8/5	33	-19.9	-151%	-258%

表 12 訂單資料表(續)

訂單型態與編號	MLT	SB	QLT	ID	DD	ST	CT	BS	IS	
一般單	42	10.3	7.8	22	6/29	7/21	19	-11.3	-145%	-184%
	43	10.3	7.8	22	6/29	7/21	19	-11.3	-145%	-184%
	44	10.3	7.8	21	6/30	7/21	19	-11.3	-145%	-171%
	45	10.3	7.8	20	6/29	7/19	17	-9.3	-119%	-158%
	46	17.5	13.1	42	6/17	7/29	27	-13.9	-106%	-220%
	47	17.8	13.3	28	6/30	7/28	26	-12.7	-95%	-110%
	48	10.4	7.8	34	6/13	7/17	15	-7.2	-92%	-335%
	49	14.0	10.5	20	6/30	7/20	18	-7.5	-71%	-90%
	50	14.0	10.5	20	6/30	7/20	18	-7.5	-71%	-90%
	51	29.2	21.9	48	6/20	8/8	36	-14.1	-65%	-119%
	52	10.8	8.1	57	5/18	7/15	13	-4.9	-60%	-602%
	53	10.8	8.1	57	5/18	7/15	13	-4.9	-60%	-602%
	54	10.8	8.1	35	6/10	7/15	13	-4.9	-60%	-331%
	55	11.2	8.4	31	6/14	7/15	13	-4.6	-55%	-270%
	56	18.3	13.8	23	6/30	7/23	21	-7.3	-53%	-67%
	57	17.5	13.1	32	6/20	7/22	20	-6.9	-52%	-144%
	58	17.8	13.3	36	6/15	7/21	19	-5.7	-42%	-170%
	59	17.8	13.3	22	6/28	7/20	18	-4.7	-35%	-65%
	60	17.8	13.3	20	6/30	7/20	18	-4.7	-35%	-50%
	61	17.9	13.4	40	6/10	7/20	18	-4.6	-34%	-198%
	62	10.3	7.8	27	6/15	7/12	10	-2.3	-29%	-248%
	63	28.3	21.3	34	6/24	7/28	26	-4.8	-22%	-60%
	64	22.8	17.1	35	6/17	7/22	20	-2.9	-17%	-105%
	65	29.4	22.0	39	6/18	7/27	25	-3.0	-13%	-77%
	66	17.8	13.3	24	6/23	7/17	15	-1.7	-12%	-80%
	67	17.9	13.4	40	6/7	7/17	15	-1.6	-12%	-198%
	68	10.3	7.8	17	6/23	7/10	8	-0.3	-3%	-119%
	69	27.7	20.8	23	6/30	7/23	21	-0.3	-1%	-11%
	70	17.5	13.1	35	6/10	7/15	13	0.1	1%	-167%
	71	17.5	13.1	31	6/14	7/15	13	0.1	1%	-136%
	72	17.8	13.3	28	6/17	7/15	13	0.3	3%	-110%
	73	17.8	13.3	28	6/17	7/15	13	0.3	3%	-110%
	74	14.0	10.5	22	6/20	7/12	10	0.5	5%	-109%
	75	14.0	10.5	22	6/20	7/12	10	0.5	5%	-109%
	76	14.0	10.5	22	6/20	7/12	10	0.5	5%	-109%
77	18.8	14.1	28	6/17	7/15	13	1.1	8%	-99%	
78	18.8	14.1	23	6/22	7/15	13	1.1	8%	-64%	
79	19.1	14.3	21	6/24	7/15	13	1.3	9%	-46%	
80	19.2	14.4	48	5/27	7/15	13	1.4	10%	-234%	
81	19.2	14.4	43	6/2	7/15	13	1.4	10%	-199%	
82	19.1	14.3	20	6/24	7/14	12	2.3	16%	-39%	
83	19.1	14.3	20	6/24	7/14	12	2.3	16%	-39%	
84	17.8	13.3	26	6/17	7/13	11	2.3	18%	-95%	
85	27.7	20.8	26	6/23	7/19	17	3.8	18%	-25%	
86	29.4	22.0	35	6/15	7/20	18	4.0	18%	-59%	
87	18.8	14.1	21	6/22	7/13	11	3.1	22%	-49%	
88	29.4	22.0	37	6/12	7/19	17	5.0	23%	-68%	
89	22.8	17.1	31	6/14	7/15	13	4.1	24%	-81%	
90	17.8	13.3	25	6/17	7/12	10	3.3	25%	-87%	
91	17.8	13.3	25	6/17	7/12	10	3.3	25%	-87%	
92	18.0	13.5	25	6/17	7/12	10	3.5	26%	-85%	
93	18.3	13.8	27	6/15	7/12	10	3.8	27%	-96%	
94	29.2	21.9	39	6/8	7/17	15	6.9	31%	-78%	
95	29.4	22.0	39	6/8	7/17	15	7.0	32%	-77%	

表 12 訂單資料表(續)

訂單型態與編號	MLT	SB	QLT	ID	DD	ST	CT	BS	IS	
一般單	96	29.4	22.0	30	6/17	7/17	15	7.0	32%	-36%
	97	27.7	20.8	29	6/16	7/15	13	7.8	37%	-40%
	98	28.3	21.3	17	6/28	7/15	13	8.3	39%	20%
	99	17.5	13.1	27	6/13	7/10	8	5.1	39%	-106%
	100	22.1	16.6	36	6/6	7/12	10	6.6	40%	-117%
	101	17.8	13.3	27	6/13	7/10	8	5.3	40%	-102%
	102	17.9	13.4	32	6/8	7/10	8	5.4	40%	-138%
	103	17.8	13.3	23	6/16	7/9	7	6.3	48%	-72%
	104	18.3	13.8	32	6/7	7/9	7	6.8	49%	-133%
	105	18.3	13.8	22	6/17	7/9	7	6.8	49%	-60%
	106	22.9	17.2	35	6/5	7/10	8	9.2	53%	-104%
	107	19.0	14.2	22	6/16	7/8	6	8.2	58%	-55%
	108	22.9	17.2	35	6/4	7/9	7	10.2	59%	-104%
	109	22.9	17.2	34	6/5	7/9	7	10.2	59%	-98%
	110	17.8	13.3	30	6/7	7/7	5	8.3	63%	-125%
	111	27.9	20.9	39	5/30	7/9	7	13.9	67%	-86%
	112	18.3	13.8	27	6/9	7/6	4	9.8	71%	-96%
	113	19.1	14.3	28	6/8	7/6	4	10.3	72%	-95%
	114	19.2	14.4	31	6/5	7/6	4	10.4	72%	-116%
	115	19.2	14.4	23	6/13	7/6	4	10.4	72%	-60%
	116	27.9	20.9	31	6/6	7/7	5	15.9	76%	-48%
	117	29.4	22.0	22	6/14	7/6	4	18.0	82%	0%
	118	18.6	13.9	23	6/11	7/4	2	11.9	86%	-65%
	119	17.8	13.3	30	6/3	7/3	1	12.3	93%	-125%
	120	17.9	13.4	27	6/6	7/3	1	12.4	93%	-101%
	121	27.7	20.8	36	5/27	7/3	1	19.8	95%	-73%
	122	10.4	7.8	23	6/9	7/2	0	7.8	100%	-194%
	123	10.5	7.9	21	6/11	7/2	0	7.9	100%	-167%
	125	19.2	14.4	22	6/10	7/2	0	14.4	100%	-53%
	125	22.9	17.2	35	5/27	7/2	0	17.2	100%	-104%
	126	27.9	20.9	32	5/30	7/2	0	20.9	100%	-53%
	127	29.4	22.0	29	6/3	7/2	0	22.0	100%	-32%
	128	29.4	22.0	11	6/21	7/2	0	22.0	100%	50%
	129	30.0	22.5	29	6/3	7/2	0	22.5	100%	-29%
	130	17.9	13.4	31	5/30	7/1	-1	14.4	107%	-131%
	131	10.6	8.0	25	6/6	7/1	-1	9.0	113%	-214%
	132	29.4	22.0	29	5/30	6/29	-3	25.0	114%	-32%
	133	27.4	20.6	41	5/18	6/29	-3	23.6	115%	-99%
	134	19.2	14.4	29	5/31	6/29	-3	17.4	121%	-102%
	135	29.5	22.1	30	5/26	6/26	-6	28.1	127%	-36%
	136	18.6	14.0	22	6/6	6/28	-4	18.0	129%	-57%
	137	10.4	7.8	22	6/7	6/29	-3	10.8	138%	-182%

附錄五

不具名問卷調查共 66 位同仁，其中包含製造部之領班級以上人員，以及各課每班 2 位作業人員。

表 13 訪談紀錄表

問題 層級	問題一				問題二				問題三			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	C	C	D
1	高	高	高	中	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N
2	高	高	高	高	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N
3	高	高	高	高	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N
4	高	高	高	高	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N
5	高	高	高	高	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N
6	高	高	高	高	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y
7		高	高	中		Y	Y	Y		N	N	Y
8		高	高	高		Y	Y	Y		N	N	N
9		高	高	中		Y	Y	Y		N	N	N
10		高	高	高		Y	Y	Y		N	N	N
11		高	高	高		Y	Y	Y		N	N	N
12		高	高	高		Y	Y	Y		N	N	N
13			高	中			Y	Y			N	N
14			高	中			Y	Y			N	N
15			高	中			Y	Y			N	N
16			高	高			Y	Y			N	N
17				中				Y				N
18				高				Y				N
19				高				Y				N
20				高				Y				N
21				高				Y				N
22				高				Y				N
23				高				Y				N
24				高				Y				N
25				高				Y				Y
26				高				Y				N
27				中				Y				N
28				高				Y				N
29				高				Y				N
30				高				Y				N
31				高				Y				N
32				高				Y				N
統計	高度*58 人；中度*8 人				Yes*66 人				Yes*63 人；No*3 人			

A：課級主管與經理；B：工程師；C：領班；D：作業人員