

國立交通大學
工業工程與管理研究所

博士論文

應用限制理論強化企業資源規畫系統之研究

A Study of Enhancing ERP with TOC

研究生：羅展興

指導教授：李榮貴 博士

中華民國九十七年元月十五日

應用限制理論強化企業資源規畫系統之研究

A Study of Enhancing ERP with TOC

研究生：羅展興

Student: Chan-Hsing Lo

指導教授：李榮貴博士

Advisor: Dr. Rong-Kwei Li

國立交通大學

工業工程與管理學系

博士論文

A Dissertation

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

Doctor of Philosophy

in

Industrial Engineering

January 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年元月十五日

國立交通大學
研究所博士班

論文口試委員會審定書

本校 工業工程與管理學系博士班 羅展興 君
所提論文 應用限制理論強化企業資源規畫系統之研究

A study of enhancing ERP with TOC

合於博士資格水準、業經本委員會評審認可。

口試委員：

李學良

蔣志弘

孔祥鴻

蔡景堯

唐麗英

指導教授：

李學良

研究所所長 (系主任)：

劉德偉

教授

中華民國九十七年一月十五日

應用限制理論強化企業資源規畫系統之研究

研究生：羅展興

指導教授：李榮貴 博士

國立交通大學工業工程與管理研究所博士班

摘要

本研究主要是藉由訪談調查、實例導入與 TOC 整體觀思維分析驗證 Goldratt 博士所提「ERP 系統是必要但不足夠」的論點，發覺企業除了要善用電腦化系統處理資料速度的能力，以整合營運資訊及處理企業與企業間資訊聯繫的「必要條件」；更應建立 ERP 系統的「充分條件」，以強化 ERP 系統導入績效的有效性與可行性。而 ERP 系統充分條件的內容應以能夠協助企業建立決定性競爭優勢，使企業持續成長獲利作為基礎。研究中透過訪談與分析分別提出「零組件製造商」與「消費性產品製造商」企業經營模式建立決定性競爭優勢所須 ERP 系統充份條件建構法則：**(1)** 零組件製造商為了建立交期可靠與快速回應決定性競爭優勢，以滿足客戶的重要需求，必須建立 **99%** 交期績效、工作負荷控制、產能提升、持續縮短交期時間與緊急單負荷管理等中程目標。為了達成中程目標，零組件製造商可將 TOC 的 **S-DBR** 與緩衝管理當作建立 ERP 系統之充份條件，包含抑制投單管理、訂單優先順序管理、**CCR** 管理、關鍵材料管理、承諾訂單交期日、不要浪費任何機會、評估多久就需要增加產能、產能擴充管理…等；**(2)** 而消費性產品製造商為了建立庫存週轉次數與產品可得性決定性競爭優勢，以滿足客戶的重要需求，必須建立可得性而供貨、產能提升、確保高的貨架坪效等中程目標。為了達成中程目標，消費性產品製造商可將 TOC 的拉式配銷與庫存緩衝管理當作建立 ERP 系統之充份條件，包含建立倉庫、設定初始庫存目標、補貨、生產訂單優先順序管理、動態調整目標庫存…等。本研究提出具有 TOC 管理哲學與解決方案作為 ERP 系統「充分條件」的 ERP 系統稱為 **TOC-ERP** 系統，藉由此充分條件的建構，建立企業決定性的競爭優勢，持續成長獲利。最後，本研究以 **MICSS** 軟體之模擬個案 **ADV200** 模擬分析驗證 **TOC-ERP** 系統具有「必要與充份條件」的效益。並藉由五種情境模擬驗證說明 **TOC-ERP** 系統的有效性，及說明企業如何藉由限制理論的計劃管理與緩衝管理機制，妥善運用資源以克服企業面對複雜環境中不確定性的市場需求。

關鍵字：企業資源規畫系統、限制理論、決定性競爭優勢

A Study of Enhancing ERP with TOC

Student: Chan-Hsing Lo

Advisor: Dr. Rong-Kwei Li

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

Abstract

This research focuses on proposed the TOC-ERP which enhances Enterprise Resource Planning (ERP) with the Theory of Constraint (TOC) to improve the performance of enterprise with building a decisive competitive edge. In accordance with the verification by Goldratt's viewpoint, "ERP is necessary but not sufficient". The emphasis has identified a breakthrough in key constraints on implementation of ERP system as the sufficient conditions. Meanwhile, the capability of the data processing and the communication with other enterprises are considered as the necessary conditions. Accordingly, the concepts and principles of TOC-ERP system are indicated herein with the objectives of securing select enterprises' visions. The implementation for the sufficient conditions of production-oriented enterprise and distribution-oriented enterprise for maximizing the performance of ERP are:(1) The prerequisite of TOC-ERP system for production-oriented enterprise is strongly required to establish the load plan, the buffer of finished goods, and the capacity reservation that effectively ensure enterprise to increase the decisive competitive edge relied on rapid response performance. (2) The prerequisite of TOC-ERP system for distribution-oriented enterprise is strongly required to establish the inventory control, the time buffer control, the capacity reservation that effectively ensure enterprise to increase the decisive competitive edge in increasing inventory turns and achieving rapid replenishment. Finally, the ADV200 case simulation has made an evaluation of TOC-ERP which is performed to display this research from both necessary and sufficient conditions. The simulated scenario is able to clearly recommend the project management and buffer management of TOC that can be successfully applied to allocate resources to overcome the uncertain and complex market demands.

Keywords: Enterprise Resource Planning System, Theory of Constraint, Decisive Competitive Edge

誌 謝

本論文得以完成，衷心感謝指導恩師 李榮貴教授在研究期間的悉心指導與教誨，使我在研究的過程中獲益匪淺，在此致上最崇高的敬意和謝意；我也要特別感謝工研院機械所所長 吳東權博士的指導與鼓勵；同時感謝交通大學 唐麗英博士、雲林科技大學 駱景堯博士、大華技術學院 蔡志弘博士、明新科技大學 張盛鴻博士提供寶貴的指導，使得本論文更為完善；更感謝內人 李蘭瑛女士與家人在研究期間給與的支持，以及工研院同仁的鼓勵，謹以此論文獻給您們。



目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	vii
一、緒論	1
1.1 研究動機與目的	1
1.2 研究方法	3
1.3 論文架構	5
二、文獻探討	7
2.1 ERP 系統	7
2.2 TOC 整體觀思維	10
2.3 TOC 解決方案-DBR/S-DBR 工廠生產計劃方法與緩衝管理	12
2.4 TOC 解決方案-配銷管理	20
2.5 ERP 系統是必要仍然不足夠	24
三、ERP 系統仍然不足夠之驗證研究	26
3.1 訪談調查研究	26
3.2 導入實例研究	29
3.3 以 TOC 整體觀驗證 ERP 系統仍然不足夠	32
四、以 TOC 強化 ERP 系統充份條件	37
4.1 ERP 系統充份條件的定義	37
4.2 ERP 系統充份條件內容	39
4.2.1 零組件製造商 ERP 系統充份條件內容	39

4.2.2 消費性產品製造商 ERP 系統充份條件內容-----	40
4.3 以 TOC 解決方案達成 ERP 系統充份條件-----	42
4.3.1 建立零組件製造商 ERP 系統的充份條件-----	42
4.3.2 建立消費性產品製造商 ERP 系統的充份條件-----	49
五、TOC-ERP 系統整合架構之驗證-----	53
5.1 ADV200 個案說明-----	53
5.2 ERP 系統是必要但非充份模擬驗證-----	56
5.3 TOC-ERP 系統整合模擬驗證-----	58
六、結論與後續研究建議-----	68
6.1 結論-----	68
6.2 後續研究建議-----	69
參考文獻-----	71

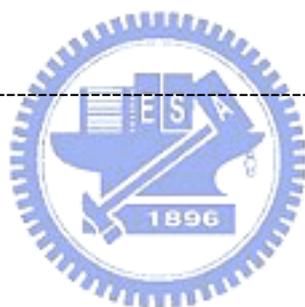


表 目 錄

表 5.1 模擬個案 2007 年財務報表-----	55
表 5.2 採取全面降價(5%)執行一年後財務報表-----	56
表 5.3 全面縮短交期 5 天執行三年後財務報表-----	57
表 5.4 以交期為考量模擬四年的財務報表-----	58
表 5.5 營運法則比較表-----	59
表 5.6 個案情境四第四年財務報表-----	60
表 5.7 個案情境五第一年財務報表-----	63
表 5.8 情境五第一年的參數操縱表-----	64
表 5.9 個案情境五第二年財務報表-----	65
表 5.10 情境五第二年的參數操縱表-----	65
表 5.11 個案情境五第三年財務報表-----	66
表 5.12 個案情境五第四年財務報表-----	67

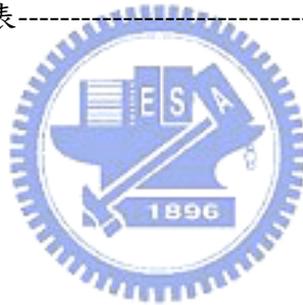


圖 目 錄

圖 2.1 核心衝突圖	9
圖 2.2 解決方案圖	10
圖 2.3 限制驅導式排程法示意圖	13
圖 2.4 緩衝管理三區圖	15
圖 2.5 已規劃負載示意圖	16
圖 2.6 交貨日示意圖	17
圖 2.7 投入日示意圖 (一)	17
圖 2.8 投入日示意圖(二)	18
圖 2.9 生產緩衝示意圖	18
圖 2.10 預留產能示意圖	19
圖 2.11 訂單要求之交期大於生產緩衝示意圖	19
圖 2.12 典型配銷管理或 VMI 管理的核心問題	20
圖 2.13 配銷管理系統	21
圖 2.14 動態庫存緩衝管理將庫存目標水準分為三區圖	22
圖 2.15 庫存水位緩衝狀態	23
圖 2.16 TOC 配銷管理或 VMI 管理解決方案	23
圖 3.1 生產管理核心衝突圖	33
圖 3.2 配銷管理核心衝突圖	34
圖 3.3 組織管理核心衝突圖	35
圖 3.4 PQ 例子圖	36
圖 3.5 組織建立整體績效新營運法則示意圖	36
圖 4.1 零組件製造商建立決定性競爭優勢中程目標架構圖	39
圖 4.2 消費性產品製造商建立決定性競爭優勢中程目標架構圖	41
圖 4.3 零組件製造商建立 ERP 系統充份條件架構圖	43
圖 4.4 緩衝管理示意圖	44
圖 4.5 CCR 負荷示意圖	47
圖 4.6 增加產能評估示意圖	48
圖 4.7 消費性產品製造商建立 ERP 系統充份條件架構圖	50
圖 5.1 個案產品售價與交期時間圖	53

圖 5.2A 產品生產流程/標準工時圖-----	54
圖 5.2B 工作中心示意圖-----	54
圖 5.3A 材料庫存管理模式示意圖-----	55
圖 5.3B 材料供應商中心示意圖-----	55
圖 5.4 個案產品建立安全庫存圖-----	63



一、緒論

1.1 研究動機與目的

企業資源規畫(Enterprise Resource Planning, ERP) 系統因電腦、資訊、通訊及網際網路...等技術的改進而興起 (APICS, 1998; Kale, 2000; Landergren, 2000; AMR, 2000), 使企業內外資訊得以及時有效的聯結與整合。許多企業皆認同 ERP 系統對增加營運能力的必要性, 逐漸導入 ERP 系統, 增強企業決策能力, 並期望藉由系統整合的功能, 在全球競爭及快速演變的環境中提升競爭能力。

然而依據 Robbins-Gioia(2002) 調查顯示, ERP 系統的導入雖然可以改善企業流程的效率和資訊的存取, 但是在成本控制(存貨、物料與營運費用)、生產力提升、營業額和獲利等方面卻未能獲得顯著的改善。尤其是對產品生命週期短、投資金額高、市場變化速度快、產品汰換率高的產業, ERP 系統的導入所獲得的實質效益值與期望值有很大的落差。Robbins-Gioia(2002)更進一步整理歸納出 ERP 系統在資訊整合績效之改善是優於作業營運績效改善, 而作業營運績效改善又優於公司整體營運績效改善。此表示企業導入 ERP 系統, 僅在資訊整合績效層面獲得改善, 但是對公司整體營運績效並未得到原先預期的目標。Stedman(1999)、Motwani(2002) 與 Olson(2004)的調查也顯示, 企業為了進一步改善 ERP 系統的績效, 紛紛不斷的追求 ERP 系統的擴充, 企圖藉著添加新的模組, 來改善未能得到的預期效果, 甚至發展更多的連結與擴充系統, 例如商業智慧 (Business Intelligent, BI)、預測、供應鏈管理與先端排程(Advanced Production Scheduling)等系統。然而多數企業還是無法從不斷的擴充模組中, 獲得預期的營運績效(賺更多錢)。雖然 Parr(2000)、Aladwani(2001)、Al-Mashari(2003)、Nah(2003)、Thavapragasam(2003)、Kraemmerand(2003)與 Umble(2003)等專家學者想從系統導入關鍵因素, 例如:導入期限、成本、功能規格等, 試圖找出 ERP 系統改善之道。然而他們僅從系統是否成功上線的角度做研究, 並沒有從如何提升整體績效層面做分析, 因此對如何強化 ERP 系統得到整體績效方面, 未能有重大的突破與貢獻。

從研究文獻中亦可以看出 ERP 系統確實可以得到資訊整合的效益, 顯然有其「必要條

件」，因此對未導入 **ERP** 系統的企業而言，明知 **ERP** 系統對整體效益可能貢獻不大，但是仍然持續導入。對已導入 **ERP** 系統的企業而言，雖未能能夠得到整體效益，也持續的對 **ERP** 系統作擴充修正。然而從研究文獻與企業目前所採取改善 **ERP** 系統的行動分析，顯然還未找出可以促使 **ERP** 系統發揮整體績效的「充分條件」。

針對「藉由 **ERP** 系統提升組織整體績效」的議題，限制理論 (**Theory Of Constraint, TOC**)倡導者 **Goldratt** 博士在其「仍然不足夠」一書裡 (**Goldratt, 2000**) 提出有關導入 **ERP** 系統是必要但仍然不足夠的論述。**Goldratt** 博士認為導入 **ERP** 系統的主要目的在於協助企業得到整體績效 (賺更多錢)。然而企業想要得到整體績效，就必須知道企業的關鍵限制(資源)在哪裡，以及如何有效的充分利用關鍵限制，才能獲得最佳的整體績效。因此並非僅是利用電腦系統，來增強資訊取得的速度與正確性的能力，那導入 **ERP** 系統的整體績效會是有限的。**Goldratt** 博士更進一步指出在 **ERP** 系統導入之前，其實企業早已在經營運作，只是營運管理法則是在資訊無法快速正確取得的限制下設計的。因此一但導入 **ERP** 系統，企業如仍然引用原有的管理法則來管理，想進一步發揮 **ERP** 系統的整體績效將會受限，企業必須隨著系統的進化而發展相對應的管理法則，**ERP** 系統才能有效運作。**Goldratt** 博士並基於上述的看法提出六項評估的問題，協助企業如何自我評估「**ERP** 是必要但仍然不足夠」。當察覺 **ERP** 系統是必要但仍然不足夠，那就必須謹慎思考如何建立那些「充分條件」，才能使 **ERP** 系統的導入是「必要且充分」，進而獲得導入 **ERP** 系統所期望的整體績效。此六項自我評估項目如下：

1. **ERP** 系統到底想為公司帶來什麼功能？ **ERP** 系統最強的功能是什麼功能？ 只是用來快速且取得正確資訊嗎？ (**ERP** 系統應該發揮更大的功效)
2. **ERP** 系統的導入是否減輕了公司運作上想突破的限制？ **ERP** 系統的導入確實是可以減輕或消除資訊取得的速度與正確性這些限制，但是導入 **ERP** 系統只是為了解決這些限制嗎？ (**ERP** 系統應該突破企業更大的關鍵限制)。
3. **ERP** 系統未導入前，公司對這些限制是採取何種因應作法？當速度與正確性是限制時，管理者如何做決策與採取行動？**Goldratt** 博士認為目前大部分管理者會以他們可以得到的局部資訊做決策採取行動，此會容易導致局部最佳化的思維，以致不知不覺傷害到整體績效。除非導入 **ERP** 系統也一併將以局部思維所建立的管理原則改變，否則很難得到

預期的整體績效 (ERP 系統的導入應該可以發揮整體績效)。

4. ERP 系統導入後，公司是否知道且可以建立新的管理規則以突破限制？基於上述三個問題的了解，Goldratt 博士提出以限制理論整體觀的思維取代局部觀思維建立新的管理原則，並以此建立新的管理機制 (ERP 系統應導入建立決定性競爭優勢的營運法則)。
5. 由於作法的改變，ERP 系統是否需要進行適合的修改？如前述是對的，那 ERP 系統如何跟 TOC 整合並做修正？(發展 TOC-ERP 整合系統建立競爭力)
6. 公司如何適應新管理規則以發揮 ERP 系統的績效？公司需做哪些改變來適應新的規則，發揮 ERP 系統的效益得到整體的績效？

Goldratt 博士認為企業應該認真思考這六點自我評估項目，並謹慎建構具有「必要且充分」條件的 ERP 系統，以發揮 ERP 系統的真正威力。然而僅從邏輯的角度來審視 Goldratt 博士的論點的確有其合理與正確性，但是從實務與嚴謹理論的角度來看，仍有下列四項問題值得深入探討與研究：

1. 真的是如 Goldratt 博士所提「ERP 系統是必要但仍然不足夠」嗎？如何驗證？
2. 如驗證「ERP 系統真的是必要但仍然不足夠」論點成立，Goldratt 博士所提「不足夠部分」的論點是對的嗎？須從什麼角度來審視「不足夠部分」？
3. Goldratt 博士所提「限制理論」是否可以補足「不足夠部分」？如何將「限制理論」管理機制或法則聯結典型 ERP 系統成為具有「必要且充分」的 TOC-ERP 系統？
4. 如何驗證聯結「限制理論」法則與 ERP 系統成為必要且充分的 TOC-ERP 系統的可行性？如何達成企業期望得到的整體績效？

因此探討此四個問題、驗證 Goldratt 博士對典型 ERP 系統僅存有必要條件的論述、並提出具有必要且充分條件的 TOC-ERP 系統整合架構，使 ERP 系統成為可以發揮真正威力，得到企業想要的整體績效目標，乃成為本研究的目的。

1.2 研究方法

為達成本研究目的，本研究首先透過「訪談研究」、「實例導入研究」與「TOC 整體觀思維分析」驗證第一個問題：「ERP 是必要但仍然不足夠」。其次以整體觀思維定義 ERP 的充分條件與應有的內容，並用邏輯分析推論 TOC 如何建立 ERP 充分條件，發展出 TOC-ERP

系統架構來回答第二與第三問題。最後藉由「模擬分析」驗證 **TOC-ERP** 系統整合架構之可行性回答最後一個問題。此三個方法詳細說明如下：

1. 藉由「訪談研究」、「實例導入研究」與「TOC 邏輯分析」驗證「ERP 系統是必要但仍然不足夠」

本部分首先藉由「訪談研究」了解現有企業導入 **ERP** 系統的情境與期望落差，驗證「**ERP** 是必要但仍然不足夠」。訪談內容不只探討 **ERP** 系統的功能，而是包含了整個企業相關的營運管理規則，期望藉由訪談的結果，進行理論分析，驗證 **Goldratt** 博士所提「**ERP** 是必要但仍然不足夠」的論點。在「實例導入研究」驗證部分，將以兩個導入案例作為研究對象，藉由兩個案例的導入研究與檢討，來補充驗證「訪談研究」結論。最後透過以 **TOC** 系統思考方法分析生產管理、配銷管理與管理決策三方面的核心問題，來驗證 **ERP** 系統無法有效化解此三個核心問題。

2. 以整體觀思維定義 ERP 的充分條件與應有的內容，並用邏輯分析推論 TOC 如何建立 ERP 充分條件，發展出 TOC-ERP 系統架構

如前面所述，我們知道企業(本研究以製造業為主)存在的目的是持續成長獲利，而 **ERP** 系統是企業持續成長獲利的必要條件(資訊取得的數度和可靠性)。但是必要條件並不足夠讓企業持續成長獲利，我們仍須充分條件。何謂 **ERP** 系統的充分條件？以什麼基礎作為定義 **ERP** 系統的充分條件？既然必要條件並不足夠讓企業持續成長獲利，那充分條件就必須要能讓企業持續成長。因此以此為基礎來定義 **ERP** 系統的充分條件應是合邏輯的。企業要如何持續成長獲利？必須要有決定性的競爭優勢。問題是如何有決定性的競爭優勢？我們認為一個企業只要能夠滿足客戶一項重要的需求，此需求是其重要競爭對手短期間無法做到的，企業就可以建立戰術決定性的競爭優勢，讓企業持續成長獲利。我們知道不同的客戶有不同的重大需求，本研究主要研究範疇以製造業為主。我們認為大部分的製造業可分為兩類，一類為零組件製造商供應零組件給其它製造商，另一類為消費性產品製造商，其客戶為品牌商或通路商或零售商。此兩類製造商其客戶有不同的重要需求，零組件製造商客戶的重要需求是可靠交期與持續縮短交期時間，而消費性產品製造商客戶的重要需求是提升庫存週轉次數與產品可得性(減少缺貨)。此兩部分需求的滿足可以當作 **ERP** 系

統必須建立的必要條件內容，但是更需要有一套解決方案，做為建立、充分利用與持續維持此決定性的競爭優勢，我們稱此解決方案為充分條件。**ERP** 系統如能結合此解決方案就可以成為必要且充分。因此本部分將以此充分條件的定義為基礎，建立零組件製造商與消費性產品製造商決定性的競爭優勢架構，並探討 **Dr. Goldratt** 所發展的 **TOC** 解決方案，如何作為建立、充分利用與持續維持此決定性的競爭優勢的充分條件。我們也將依此研究如何建構 **TOC-ERP** 系統整合架構，以強化現有 **ERP** 系統為企業必要且充分的營運管理工具。

3. 使用「模擬分析」驗證 **TOC-ERP** 整合架構之可行性

如何證明我們所提的 **TOC-ERP** 整合系統可以協助製造公司建立、充分利用與持續維持其決定性的競爭優勢，並持續成長獲利。本部分將藉電腦模擬，以一個虛擬的公司，如何逐步驗證我們所提的論點，並以 **TOC-ERP** 整合架構為基礎整合，讓此虛擬公司在三年內以 **TOC** 解決方案作為充分條件，持續縮短交期時間與提升可靠度，達成持續成長獲利目標。採用的電腦模擬軟體是 **The Management Interactive Case Study Simulator, MICSS 5.4** 版本進行模擬研究(schragenheim, 2000)，此軟體是由 **Elyakim Management System** 公司於 1992 年設計完成，專門適用於模擬企業導入 **ERP** 系統各種的情境，分別以市場、採購、生產及財務四個模組來模擬製造系統(工廠)營運情境，每一模組都可以各別導入管理策略並進行各種時段的模擬，也可同時顯示執行狀況及相關資訊，讓本研究可以比較分析如何導入 **ERP** 系統充分條件，以取得該企業獲得最佳之情境。

1.4 論文架構

本研究論文分成六章：第一章敘述研究動機與目的及研究方法；第二章著重於相關文獻探討後的摘要說明，引述 **ERP** 系統的發展歷史沿革、導入的績效及其導入績效評估，並探討 **TOC** 整體觀思維及相關法則(包括 **SDBR** 工廠生產計劃方法與緩衝管理、配銷管理等)、**ERP** 系統「仍然不足夠」的論點以及 **ERP** 與 **TOC** 的關聯性；第三章主要針對驗證導入 **ERP** 系統是否欠缺「充分條件」之訪談研究與實例探討，含括研究架構及原則、訪談調查與實例研究心得，並探討以限制理論整體觀驗證 **ERP** 系統仍然不足夠；第四章主要敘述如何將 **TOC** 法則導入 **ERP** 系統之方法與原則，含括 **ERP** 系統充分條件的定義、**ERP** 系統充分條件內容、

以 **TOC** 解決方案達成 **ERP** 系統充分條件之研究。提出 **ERP** 系統充分條件是為促使企業能夠建立所選定的決定性競爭優勢的能力，藉由強大威力電腦的功能，**ERP** 系統除了連結與整合各種資訊管理系統業發揮整體資源運用績效，也必須具有達成願景與總體目標的機制，使企業持續成長獲利。研究中提出在零組件製造商的 **ERP** 系統應建立抑制投單管理、訂單優先順序、**CCR** 管理…等充分條件的法則，以提升企業準時交貨交期績效、工作負荷控制、與產能提升…等中程目標，並達成建立可靠交期/持續縮短交期時間的決定性競爭優勢，使企業持續成長與獲利；在消費性產品製造商的 **ERP** 系統必須建立初期庫存水位、補貨、管理生產先順序…等充分條件的程序與法則，以提升為可得性而供貨、產能提升、確保高的貨架坪效…等能力，以建立庫存週轉次數/產品可得性的決定性競爭優勢，使達成企業願景與目標；第五章主要說明如何利用 **ADV200** 模擬案例來驗證「**TOC-ERP** 系統」之可行性與有效性；第六章為本研究的結論及後續研究建議。



二、文獻探討

2.1 ERP 系統

美國生產及存貨管制協會 (**American Production and Inventory Control Society**) 將 **ERP** 系統詮釋為一個會計導向的資訊系統，可被企業用來規畫接單、生產管理、運送管理以及營收結算(**APICS, 1998**)。該協會也認為一個 **ERP** 系統在技術上應使用者介面、關聯式資料庫、電腦主從架構和開放式系統、及人工智慧模擬的能力。應用範圍涵蓋內部各功能的整合、品質管理、外部與客戶供應商的整合、甚至專案管理等。**Kale(2000)**認為 **ERP** 系統是一套整合各應用模組之套裝軟體，能滿足企業內各種功能性之需求，能依使用者之個別作業環境進行模組組態之設定與客製化。導入後可促使企業成為一個流程導向與資訊整合的組織。回顧 **1990** 到 **2000** 年間，由於資訊科技的發展、企業環境的快速變動，**ERP** 系統已被廣泛的發展及應用。

當進入 **2000** 年之後，由於網際網路技術及電子商務盛行，不只是企業內部的資源需要整合，從供應商到客戶整個環節更需要被整合整合，以因應市場的需求。因此 **Landergren (2000)** 指出傳統的 **ERP** 系統運作模式已被揚棄，起而代之的是協同式商務模式，以傳統的 **ERP** 系統整合供應鏈管理 (**Supply Chain Management, SCM**) 與顧客關係管理 (**Customer Relation Management, CRM**)，而運作的焦點在於提昇供應鏈生產力。**王立志 (2006)**也認為協同式商務模式是將供應鏈管理、顧客關係管理與 **ERP** 系統並列，運作的重心在於組織成員、顧客、通路、供應商乃至股東間之聯結與協力合作，並形成一個多企業運作之架構。

既然 **ERP** 系統是整合財務、採購、銷售、生產製造與庫存管理、運輸配銷...等模組形成一個多功能整合運作之架構，因此，被期望可以提供下列功能：**(1)** 提供整合的管理機制。**(2)**快速獲得正確資訊，以便在關鍵時刻做出正確的抉擇。**(3)** 讓各部門捨棄己見，共創組織的整體效益。**(4)** 協助企業啟動組織改善的動力。

然而在實務上，大部分 **ERP** 系統所能提供之功能僅止於交易處理系統，將日常運作之各種作業流程予以整合，提供即時營運交易之相關資訊。各企業會各自從其需求觀點來規範

定義所需之 **ERP** 系統與功能，造成 **ERP** 系統的導入、建置、及上線程序難有一致的規範。即使是相同產業之間也很難有標準化的程序，所建構出來的 **ERP** 系統自然有所不同。另外企業在建置 **ERP** 系統時，因為牽涉到許多部門，例如規畫、採購、財務、生產、銷售....等部門，因此各部門是否對此系統有妥切之整體性認知，對導入系統的效益影響甚鉅。若企業缺乏此一事先之整體分析、評估及規畫，則其建置的過程中，將極易產生認知與預期效益上的落差。

同時 **ERP** 系統在企業所扮演的角色，也並非由單一構面所決定或影響，因此企業在系統導入或功能擴充考量上，也會因組織結構、企業流程、員工的理念...等因素，採用不同的方法與策略。**Welti (1999)** 指出 **ERP** 系統的導入步驟可以分為三種：**(1)** 循序漸進導入方式：依需求的模組選擇性導入，可以降低失敗的風險，但建置的時間增長，成本增加；**(2)** 一次建置完成的方式：以新的系統直接取代舊有的系統，優點是可以縮短建置的時間，但複雜度增加，必須有嚴謹的規畫；及 **(3)** 階段式逐步導入的方式：計劃性的選擇部門優先導入，再逐步擴展到其它的範圍，此種導入方式的風險較低，且計劃成員在建立導入模型時可以獲得經驗。由於不同的導入方式也會形成不同的應用模式及效益，許多學者也針對導入關鍵因素深入探討。**Welti (1999)** 認為成功導入的因素有：**(1)** 所有權者承擔管理任務、**(2)** 計劃成員之間的信任關係、**(3)** 簡明清楚及可評量的計劃目標、**(4)** 強而有效的計劃管理、**(5)** 簡單清楚地計劃組織、**(6)** 適當的計劃成員、**(7)** 全職的計劃成員、**(8)** 誠實公開的資訊策略、**(9)** 轉換及介面需及時完成、**(10)** 以預定的概念當作計劃準則、**(11)** 良好的顧問、**(12)** 計劃導入之後再進行企業流程再造、及**(13)** 持續及規則的計劃控制。

另一方面，由於資訊技術的變化實在太快，雖然企業對其資訊技術應用的策略與步驟都有較明確的規畫，但對於平台整合、資訊技術標準...等問題實非企業內部之力可以評估論斷，因此會逐漸的依賴外部具有產業典範經驗專業顧問的意見。當企業受限於內部人力不足，會導致企業對於己身需求產生模糊，因而使整個專案的導入隨著愈深入到作業流程時會遇到瓶頸。目前大部分企業對於導入或擴充 **ERP** 系統之成敗與否，僅能端賴於其績效是否與原先所規畫者相符，或是符合企業競爭力的建構，主要評估績效如下：**(1)** 建置時程是否超出期限；**(2)** 整體建置成本是否超出預算；**(3)** 各模組細項功能之運作是否皆與原規畫之規格相

符；(4) 客製化程式之需求是否皆能滿足；(5) 與企業內其它系統之整合是否能平順運作；(6) 各種表單與報表是否能即時產生且正確無誤；(7) 舊系統資料主檔之轉移是否正確無誤。

然而依據 **Robbins-Gioia(2002)** 調查顯示，雖然 **ERP** 系統的導入可以改善企業流程效率和資訊的存取等議題，但在成本控制(存貨、物料與營運費用)、生產力提升、營業額和獲利等議題卻未能獲得顯著的改善效果。**Stedman(1999)**、**Motwani(2002)** 與 **Olson(2004)** 的調查也顯示，企業為了進一步的改善 **ERP** 系統的績效，紛紛不斷的追求 **ERP** 系統的擴充，企圖藉著添加新的模組改善未能得到的預期效果。然而，多數企業還是無法從不斷的擴充模組中獲得實質整體營運績效(賺更多錢)。從這些研究可以看出 **ERP** 系統確實可以得到資訊整合的效益，對企業而言有其「必要條件」。對未導入 **ERP** 系統的企業而言，明知 **ERP** 系統對整體效益可能貢獻不大，但是仍然導入；而已導入 **ERP** 系統的企業而言，雖未能能夠得到整體效益，也持續的對 **ERP** 系統作擴充修正。從研究文獻與企業目前所採取改善 **ERP** 系統的行動分析，顯然還未找出可以促使 **ERP** 系統發揮整體績效的「充分條件」。

Farid(2006)曾運用限制理論的觀念針對如何增加應用系統軟體市場佔有率的議題提出 19 點問題，在於取消複雜化還是適應環境需求設計更複雜化的議題，根據此 19 點問題歸納出圖 2.1 的核心衝突圖。

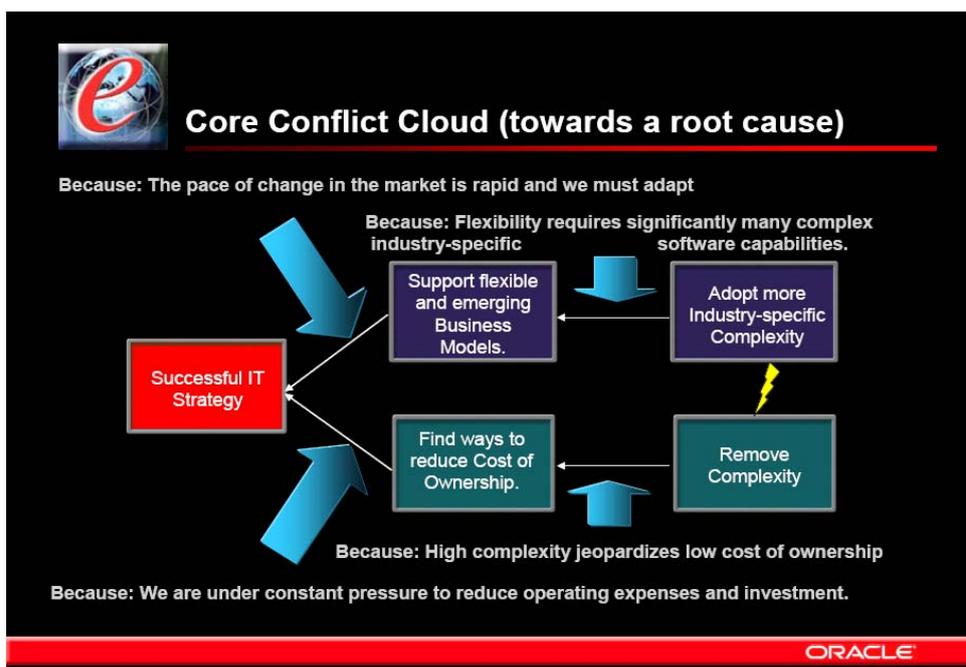


圖 2.1 核心衝突圖

Farid(2006)並利用 TOC 系統思考因果關係分析找出三個 Root Causes，並依此提出如圖 2.2 結合限制理論管理觀念的解決方案，建立一套瞭解顧客需求(Business event services, BES)的低成本彈性化服務為導向的系統架構(Serviced Oriented Architecture, SOA)。

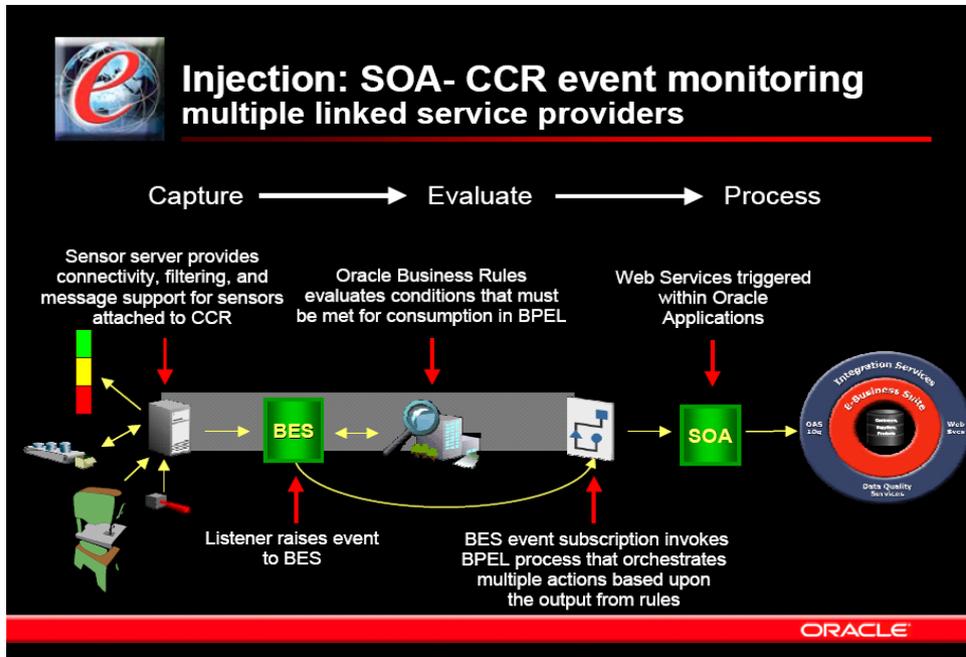


圖 2.2 解決方案圖

2.2 TOC 整體觀思維

「限制理論」(The Theory Of Constraint, TOC) 是由 Goldratt 博士於 1986 年提出的管理哲學 (Goldratt, 1997/2002; 李榮貴和張盛鴻, 2005)，倡導組織必須持續的提昇整體績效才有決定性競爭力。目標 (The Goal)、絕不是靠運氣 (It's Not Luck)、關鍵鏈(Critical Chain)、仍然不足夠 (Necessary But Not Sufficient)四本書為其代表作。限制理論強調組織中存在許多會妨礙組織的成長的「限制」，組織必須依 T, I, OE 作為產出績效衡量指標，並以五個步驟作為決策程序，找出妨礙組織發展的「關鍵限制」並設法運用(突破)限制，以協助管理者提升組織整體績效(持續獲利成長)。

TOC 提出的三種衡量指標包括有：第一種是從外面所賺來的衡量指標，稱為有效產出 (Throughput, T)，而有效產出=售價 - 原料成本或是售價 - 真正的變動成本；第二種衡量指標是組織產生 T 所需的費用，稱為營運費用 (Operating Expense, OE)，是企業為了得到有效產出所必須支付的全部費用，例如直接與間接費用，折舊等；第三種衡量指標是投資

在組織上的費用 (**Investment, I**)，例如存貨投資、機器設備投資、建築物投資、土地等。此三種費用和公司的淨利 (**Net Profit, NP**)、投資報酬率 (**Return on investment, ROI**) 與生產力的關係如下：

淨利(**Net Profit, NP**) = $(T - OE)$ 。

資產週轉率(**Return on Investment, ROI**) = $(T - OE) / I$ 。

生產力(**Productivity, P**) = T / OE 。

TOC 提出的五項管理步驟包括有：

步驟一：指出系統限制(**IDENTIFY the system's constraint**)

步驟二：決定如何充分利用系統限制(**Decide how to EXPLOIT the system's constraint**)

步驟三：所有的全力配合步驟二所作的決策(**SUBORDINATE everything else to the above decision**)。

步驟四：打破系統限制(**ELEVATE the system's constraint**)

步驟五：如果系統限制在步驟四被打破，回到步驟一(**If in the previous steps a constraint has been broken, GO BACK to step 1**) 警告：不要讓惰性(典範)成為系統限制

TOC 認為以此三個績效指標及五項管理步驟作為管理程序，管理者可以知道如何做對整體最有利的決策與行動，根據整體觀的思維發展出一系列的應用解決方案：**(1)** 應用於提升生產交期效益的 **S-DBR (Simplified Drum-Buffer-Rope)** 解決方案 (**Schrageheim,2000**)，此解決方案能夠保證生產工廠降低生產週期時間，增大產能利用與改善交期績效；**(2)** 應用於配銷或供應鍊管理的補貨管理解決方案，此解決方案能夠保證提供客戶 **100%** 產品可得性與低的庫存水準，使公司能夠保證材料的可靠度與低的庫存水準 (**Schrageheim,2007**)；**(3)** 應用新產品開發專案管理的關鍵鏈專案管理解決方案(**Critical Chain Project Management, CCPM**) (**Goldratt,1997**)，此解決方案能夠保證縮短新產品開發時間，增加新產品開發數量與改善新產品開發交期績效；**(4)** 應用於提昇銷售的 **Solution for Sales in Sales(SFS)** 解決方案，此解決方案能夠確保我們有能力銷售新市場提案，而不只是產品本身或價格戰；**(5)** 應用於績效與決策提升的 **T, I, OE** 績效指標解決方案，此解決方案能夠確保部門局部的行動與決策，能夠與整體績效串連在一起。

2.3 TOC解決方案—DBR/S-DBR工廠生產計劃方法與緩衝管理^{註1}

限制驅導式排程系統是一套由 **Goldratt** 博士提出運用限制理論管理哲學的生產管理系統，這套方法提供了提綱挈領的現場排程與管理思維理念(**Goldratt, 1990**)，不但可應對上述之需求，而且可導引工廠體質之持續改善，因此被學人專家視為是一套多種少量且多變之競爭環境的生產管理系統。**Blackstone (2001)**進一步指出限制驅導式排程系統是限制理論的一種應用，著重在瓶頸產線之排程、緩衝管理、訂單進度與工單的開立。其基本作法是針對系統中的受限產能(瓶頸產線)，提出有效的細部排程，使該系統能充分發揮其產能為目的。

1. 限制驅導式排程法 (Drum-Buffer-Rope, DBR)

限制驅導式排程法(**Goldratt, 1990**)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。

A. DBR 生產系統的規劃與控制

主要是由鼓 (**Drum**)、緩衝 (**Buffer**)、與繩子 (**Rope**)三個部分組成。**Goldratt** 博士以行進中的軍隊來簡單的闡述這個概念，鼓代表鼓聲，就如同軍隊中的鼓手以鼓聲來引導後續隊員的前進節奏；緩衝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；繩子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：

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，先排者有較大的撰擇機會，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分發揮的機會，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。

註 1：節錄王傳順，“S-DBR應用於具迴流特性製造業之可行性研究”，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，2007。

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。

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，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 2.3 所示。

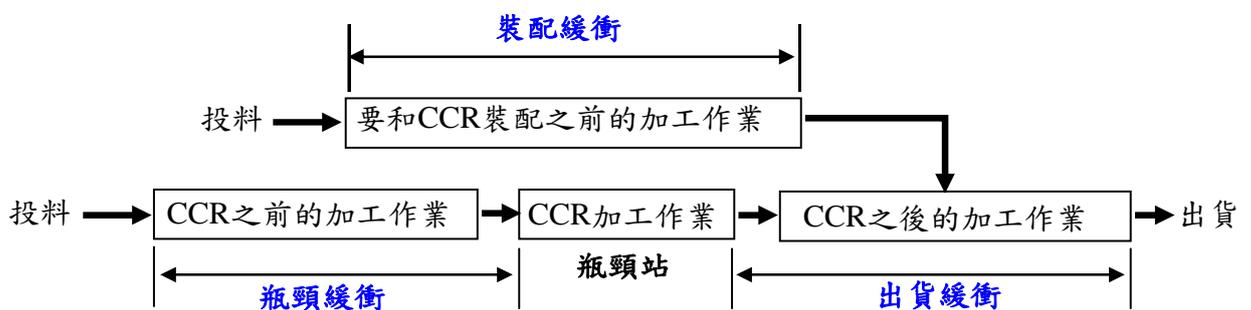


圖 2.3 限制驅導式排程法示意圖

有關限制驅導式排程法的生產績效研究方面，蔡志弘(1997)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) 為基磐之交期設定法，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，張畹菁(2004) 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。

B. 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** 博士提出了緩衝管理的現場管理方法。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 2.3 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，如圖 2.4；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。

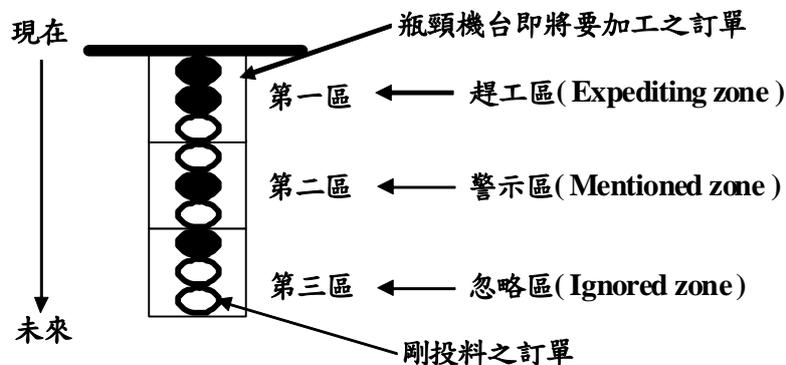


圖2.4 緩衝管理三區圖

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、吳滄浩(2003)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. 簡化型限制驅導式排程方法 S-DBR

簡化型限制驅導式排程法 (Simplified Drum-Buffer-Rope, S-DBR) 最初是由 Schragenheim 及 Dettmer (2000) 於 Constraints Management Special Interest Group (CMSIG) 技術研討會中首次提出，並於 "Manufacturing at warp speed : optimizing supply chain Business performance" 一書中有更詳盡完整的論述。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) Spreading buffer time ; (2) More buffer time; (3) Superfluous buffer; (4) Operator confusion; (5) Stealing; (6) Schedule stability; (7) 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。

A. S-DBR 排程管理方法

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 2.5 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但尚未投入的訂單。

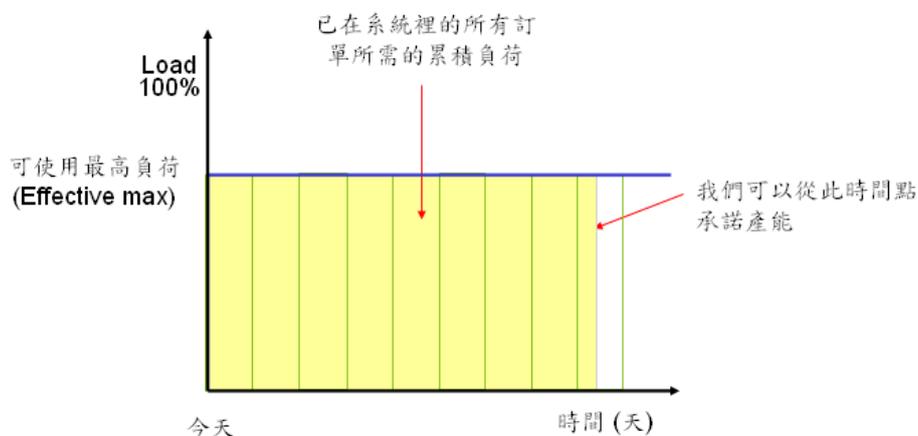


圖 2.5 已規畫負載示意圖

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。生產緩衝時間的兩項基本假設：(i) 所有追求效率指標的 **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 **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 **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。如圖 2.6 所示：

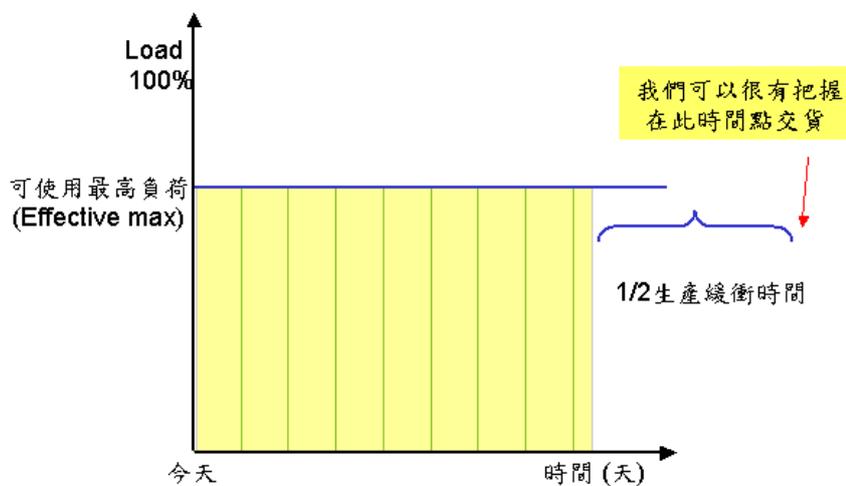


圖 2.6 交貨日示意圖

決定投料日期

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 2.7 所示。

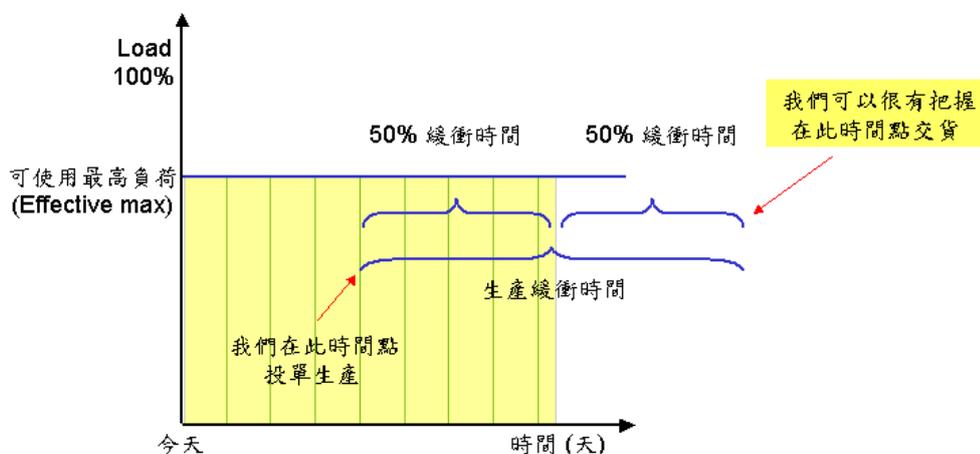


圖 2.7 投入日示意圖 (一)

若推算的投單時間在今日之前，即代表今日即可投片。如圖 2.8 所示：

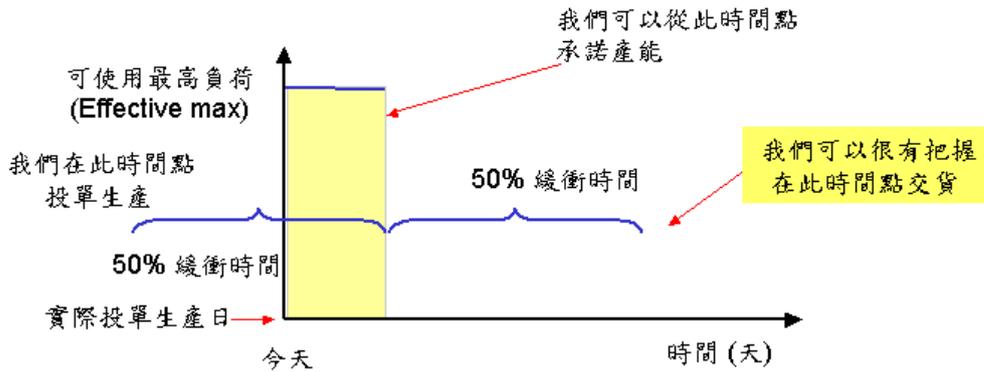


圖 2.8 投入日示意圖(二)

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 2.9 所示。

緩衝狀態之計算公式 = (生產緩衝時間 - 距交期剩餘時間) ÷ 生產緩衝時間

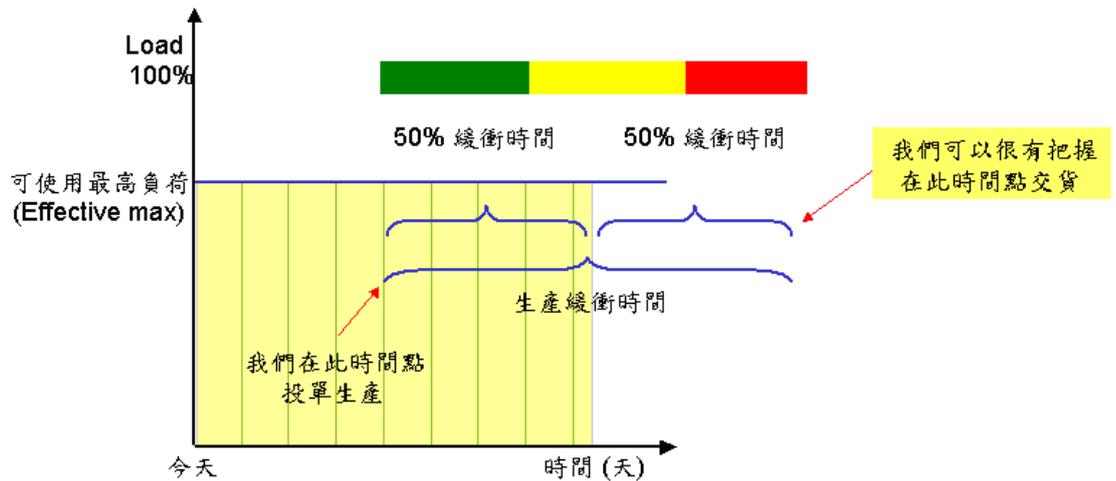


圖 2.9 生產緩衝示意圖

B. 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。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 2.10：



圖 2.10 預留產能示意圖

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 2.11 所示：

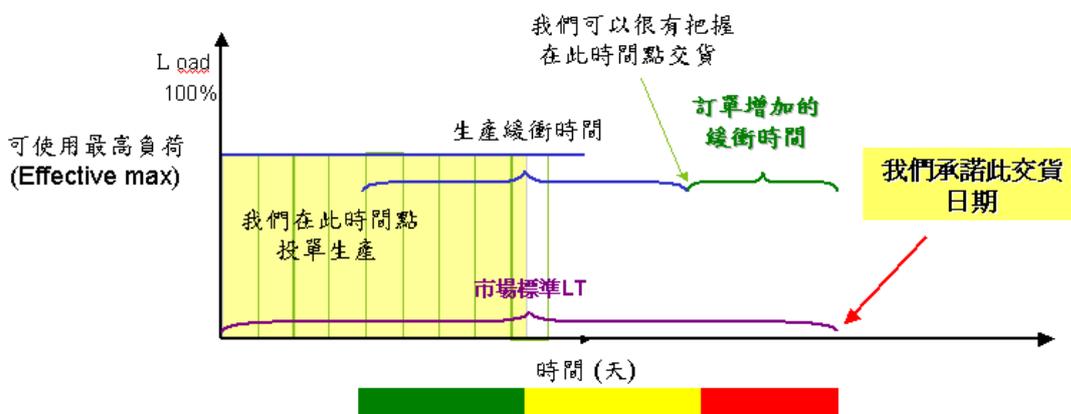


圖 2.11 訂單要求之交期大於生產緩衝示意圖

TOC 認為大部分公司能夠依循 S-DBR 與緩衝管理步驟逐步確實實施，要在短時間內做到交期績效大於 99%且持續維持，不會是困難的事情。許多實務成功案例也支持此論點(李榮貴，2000；http://www.goldratt.com)。

2.4 TOC 解決方案—配銷管理

圖 2.12 為典型配銷管理或 VMI 管理的核心問題(李榮貴，2006)。目前 ERP 系統主要是針對資訊透明度或要求提供更準確預測系統或縮短供貨時間。很不幸這些方法皆無法有效化解此衝突。TOC 認為重點不在資訊不夠透明度或預測不準(預測本來就不準)或供貨時間太長。重點是我們需要了解影響做好配銷管理的變數及如何決定這些變數值。TOC 認為配銷管理或 VMI 管理其實就是庫存管理，而要做好每個庫存點的每個產品的庫存管理，需要做好四個重要變數的管理：(1) 大部分的庫存要放在哪裡？配銷管理系統或 VMI 管理系統；(2) 每個庫存點的每個產品需要備多大的目標庫存(數量)才能滿足其客戶生產需求？也就是如何決定每一種產品(SKU)的目標庫存水位？(3) 每個產品要間隔多久下訂單才合理？每次下訂單要下多少數量？(4) 何時需要調整目標庫存？也就是如何面對需求變化，淡旺季需求，促銷活動？TOC 認為能夠有效回答與管理此四個變數，就可以做好配銷管理或 VMI 管理，公司可以備較低庫存滿足庫戶需求。

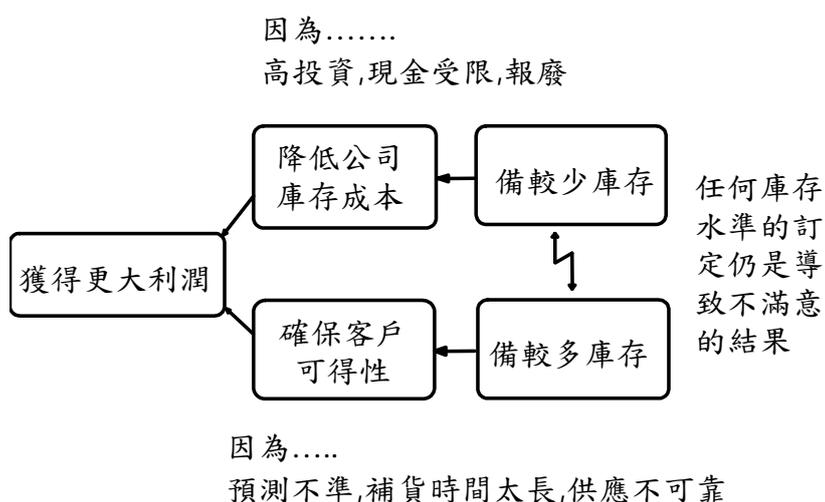


圖2.12 典型配銷管理或VMI管理的核心問題

讓我們先看第一個變數，大部分的庫存要放在哪裡(意思是在哪裡建倉庫)? TOC 認為大部分庫存應放在預測最準確或最有彈性的地方。以圖 2.13 配銷管理系統為例(李榮貴,2006)，

在需求端預測比較準或在聚集(Aggregation)端作預測比較準？許多人皆認為在需求端作預測比較準，這是錯誤的觀念。**Goldratt** 博士在其 **TOC Insight E**-化學習系統裡證明在聚集點的需求變化是最小的，因此在聚集點作預測可以得到最可靠的預測。配銷管理系統和 **Vendor Management Inventory** , **VMI** 管理最大不同在於配銷管理系統相同產品可以供應給不同的客戶，因此聚集特性明顯存在，而 **VMI** 產品大部分為客製產品只能供給某一特定客戶使用，因此沒有聚集特性。當然也有例外，例如同一客戶的零件可以供應給客戶好多工廠使用，此情形的 **VMI** 也有聚集的特性。因為在聚集點作預測可以得到最可靠的預測，**TOC** 認為應該把配銷管理系統大部分的庫存在於聚集點，大部分情形是工廠端，而 **VMI** 因為是客製產品，所以放在客戶端即可。建立倉庫備庫存可斷離(decouple)前製程時間，使補貨時間顯著縮短(只剩運送時間)，例如在工廠端建工廠成品倉庫可以將生產前置時間斷離，建立區域倉庫可以將工廠倉庫到區域倉庫的運送時間斷離。

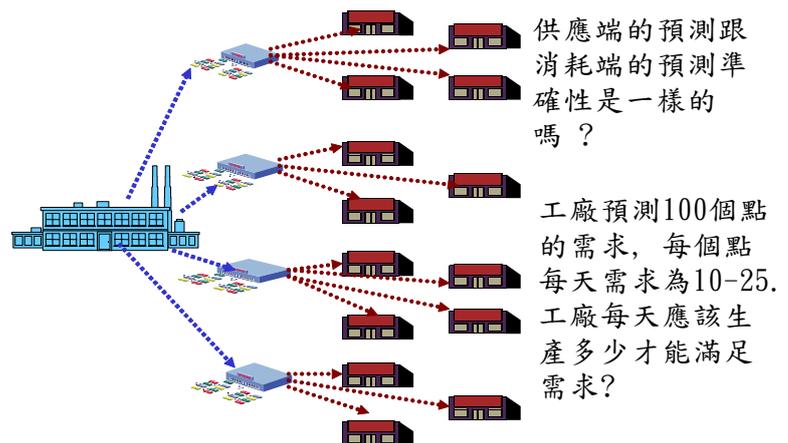


圖2.13 配銷管理系統

第二個變數是每個庫存點的每個產品需要備多大的目標庫存(數量)才能滿足其客戶需求？也就是如何決定每一庫存點每一種產品(SKU)的目標庫存水位？我們知道倉庫有太高的庫存會很容易積壓公司的現金，反之在倉庫有太低的庫存會對客戶產生不佳的服務，如何決定倉庫擁有多少的庫存數量足夠開始服務客戶是許多學術論問探討主題，很不幸目前皆沒有很好的解決方案。**TOC** 認為每一庫存點每一種產品需要準備多大的目標庫存才能滿足客戶的需求是取決於取決於補貨時間內的需求狀況與兩者(需求與補貨可靠度)變異大小。越短的補貨時間越小的供給變異，越大的聚集越小的需求變異。補貨時間包含兩個時間，訂單前置時間與供給前置時間，訂單前置時間影響在庫庫存數量，而供給前置時間則影響在途庫存數量。縮

減訂單前置時間可以降低在庫庫存，而縮減生產前置時間則會縮短供給前置時間。

第三個變數每個產品要間隔多久下訂單才合理？每次下訂單要下多少數量？TOC 認為既然需求的變化很難預測，為何不以每天的實際需求當作需求預測？為什麼客戶或供給商不能採每天用多少補多少的觀念？主要是因為大批量採購有折扣，同時需要花時間處理訂單，加上運輸成本可會增加，因此大家都抱持懷疑態度。其實此三個擔憂皆可以被克服。其實今天的 IT 技術(大部分情況)可讓客戶提供公司供應產品每天的使用量，需要花時間處理訂單根本不成立。另外為了降低成本，運送的時間點也可以根據情況延一到兩天，以確保幾乎可以滿車運送(不同的 SKU 可以同車運送)。同理為了避免生產現場太多瑣碎事情，生產工單可以設定合理(仍是很小)生產批量。至於大批量採購有折扣可改為整季或整年的數量而不是以每筆訂單數量作為折扣依據。TOC 建議客戶每天將實際消耗數量通知工廠(倉庫)(訂購時間=0)，工廠(倉庫)以最快速度補客戶每天實際消耗數量(較頻繁的補貨)，工廠以最快速度補工廠倉庫每天實際出貨給客戶的量，如此可以讓配銷或 VMI 管理系統以最低庫存滿足客戶需求。

最後一項何時需要調整目標庫存？也就是如何面對需求變化，淡旺季需求，促銷活動？由於使用速率的改變(變異狀況與補貨時間也會改變)，初始目標庫存可能會不適當因此必須持續監控每個庫存點的每一 SKU 的目標庫存水位，需要時作合適的調整才不會庫存太高或產生缺貨。未克服此問題，

TOC 提出動態庫存緩衝管理將庫存目標水準分為三區，如圖 2.14，紅色區代表庫存過低，黃色區代表適量的庫存，綠色區則庫存太高。動態庫存緩衝管理是一套健全的機制，可根據實際可得性水準調整目標庫存水位，確保相當低的庫存與高的可得性。

- 庫存目標水準被分為三區
 - 紅色區- 低庫存;
 - 黃色區- 適量的庫存;
 - 綠色區- 高庫存



- 監控庫存水準所在的位置，必要時調整庫存目標水準，以確保維持適量的庫存

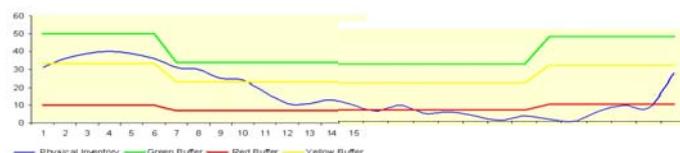
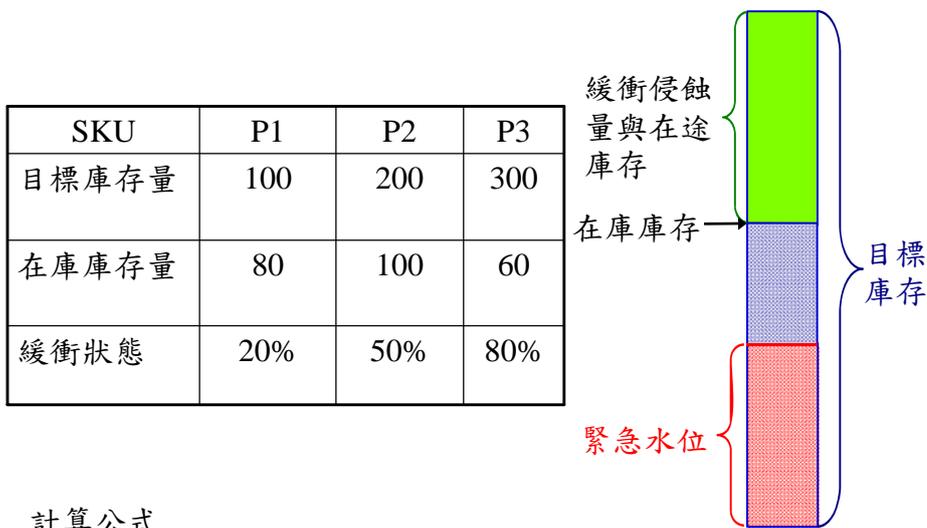


圖2.14 動態庫存緩衝管理目標水準分為三區圖

配銷管理另外一個重要議題是，生產工廠如何決定補庫存工單的生產優先順序？我們知道 MTO 的生產工單，SDBR 會計算緩衝狀態來決定每張工單的生產優先順序。但是補庫存的生產工單則是因使用量受到變異影響，因此當某一 SKU 補貨的工單仍在生產現場時，客戶對該 SKU 的需求變化也許會變很大。此意思是庫存的生產工單的優先順序的決定跟生產現場無關聯，某一 SKU 的某一張生產工單優先順序跟客戶倉庫此一 SKU 庫存水位顏色有關聯(也考慮此一 SKU 已在生產的其它生產工單)。圖 2.15 為 TOC 所提出依客戶倉庫此一 SKU 庫存水位顏色計算緩衝狀態。圖 2.16 為 TOC 配銷或 VMI 管理解決方案的結論。



計算公式

$$\text{緩衝狀態} = (\text{目標庫存量} - \text{在庫庫存量}) / \text{目標庫存量}$$

圖2.15 庫存水位緩衝狀態

應用聚集觀念將大部分的庫存放在聚集點(供給源頭)或預測最準確的地方

- 可以根據最準測的預測運作
- 可以顯著降低補貨時間
- 可以提高補貨可靠度與彈性
- 聚集點可以是材料，例如成衣業的聚集點可以是布料

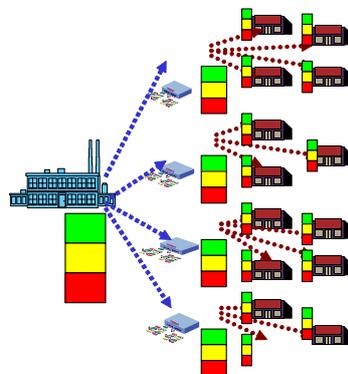


圖2.16 TOC配銷或VMI管理解決方案

2.5 ERP 系統是必要仍然不足夠

Goldratt 博士在其「仍然不足夠」 (Goldratt, 2000) 一書中，揭示企業導入 ERP 系統的正確觀念，認為企業為了處理大量的資訊，有其必要性 (Necessary) 以導入 ERP 系統。然而企業若未能改善營運法則 (Business rules)，並進一步消除組織關鍵限制 (屬於整體有效產出的關鍵生產鏈)，作為導入 ERP 系統的充分性 (Sufficient)，將會產生許多的困惑且績效不彰而不自知。因此 Goldratt (Goldratt, 2002) 提出在導入 ERP 系統時應謹慎逐步考量下列六項自我評估的議題：

1. 此 ERP 系統可以產生甚麼功能 (What is the real power of the ERP system) ?

ERP 系統最大優點及能力是存取及處理大量資訊，然而企業或組織重視的是消除組織的限制，重視的是提昇組織績效。從限制理論的角度來探討時，導入 ERP 系統必須考量是否能夠利用 ERP 的優點及能力，來協助消除組織限制，以產生組織績效，而不是迷思於 ERP 系統對資料存取的能力。因此，第一個問題是，組織必須考量是否以消除組織限制為目的來導入 ERP 系統？

2. 此 ERP 系統的功能可消除組織哪些限制 (What limitation does ERP diminish) ?

當未導入 ERP 系統前，由於資訊不足，組織在缺乏正確決策依據時，常陷入決策錯誤而不自知，影響組織整體績效及效益，此為組織最重要的關鍵限制。由於 ERP 系統可以快速來處理資料並提供分析數據，以克服或消除決策失誤的組織限制，使企業帶來巨大的效益。因此，第二個問題是，組織必須考量是否以提供正確的重要決策資訊為目的來導入 ERP 系統？

3. 此限制由哪些法則調適 (What rules helped accommodate the limitation) ?

當未導入 ERP 系統前，由於資訊的不完整及不即時，大部分的組織在營運時缺乏正確決策依據而陷入局部最佳化的決策，而不自知。當以限制理論的角度考量時，必須了解哪些法則可以判斷整體最佳化決策或局部最佳化決策。因此，第三個問題是，組織必須考量是否可以提供決策者整體最佳化的資訊為目的來考量導入 ERP 系統？以克服或消除局部最佳化決策失誤的組織限制，進而提昇組織整體績效。

4. 要選用哪些法則來導入 ERP 系統 (What are the rules that should be used now) ?

此問題即是導入 ERP 系統的關鍵，新的營運法則必須以建構整體組織績效為前提，不應只是為了增加對資料的存取為目的。應該慎選可執行及可靠的法則，來當作 ERP 系統應該建構的新的營運法則。換句話說，未導入 ERP 系統之營運法則是屈就於資訊的不完整與不及時的營運法則；當導入 ERP 系統後必須構建整體最佳化的正確決策資訊及營運法則等充分條件，進而改善舊有的不良營運法則，提昇組織績效。因此，第四個問題，組織必須考量是否可建構新營運法則來當作導入整體最佳化電腦化系統的充分條件？以改變局部最佳化的行事方法、衡量基準、政策及規則的原有法則。

5. 此 ERP 系統要改變甚麼才能配合新的營運法則 (In light of the change in rules what changes are required in the technology) ?

基於導入的 ERP 系統必須能夠導入新的營運法則為前提時，導入 ERP 系統不只是應付大量資料存取的必要性 (Necessary)，同時也必須建構 ERP 系統的充分性 (Sufficient)。因此，第五個問題，在導入 ERP 系統前，必須確認是否謹慎考量如何修正現有商業化的 ERP 系統來配合自己企業的需求？

6. 如何產生改變 (How to cause the change) ?

變革並非易事，大部分企業最大的成長限制在於無法突破局部最佳化的迷思。而且，ERP 軟體供應商也無法協助組織打破局部最佳化營運法則，構建整體最佳化營運法則。企業要導入 ERP 系統，最重要是必須認清楚系統的成功是操縱在組織自己的手中。

三、ERP 系統仍然不足夠之驗證研究

3.1 訪談調查研究^{註2}

對象以國內導入 ERP 系統的企業為研究母體抽樣訪談。由於 ERP 系統牽涉組織各部門，而且問卷又是屬於開放式的問卷，為了讓受訪者在訪談的內容有結構性且清楚，問卷問題是以 Goldratt 博士對 ERP 系統所提出的六項假設議題為基礎作設計。同時為了增加問卷的有效度，我們先訪談國內導入 ERP 系統的顧問與專家，目的在於找出不適當或不清楚之問題，進行語意表達之修正，使得每一問題及選項皆能符合研究主題。問題的設計聚焦在生產與配銷。在研究過程中，並不把研究者的主觀假設放在參與研究者的身上，希望以現象學的觀點，把參與研究者自身的經驗、想法、作法等真實地反應出來。但在呈現之餘，仍然加以理解、詮釋，以期能找出隱藏在現象背後的假設。本研究採用質性研究的原因，主要是因為量化研究以及其機率論所發展的抽樣統計方法，對於複雜而多元化的 ERP 系統，無法深入探討。量化問卷調查的分析結果與統計資料，雖然可提供簡潔的摘要，但卻只是對於標準化的問題，提出其可能影響之表面化意義。質性研究具有多元化、彈性、創造、省思、參與、過程動態的特質，藉此可以來彌補量化研究單純的現象探索與描繪。問卷分成三大部分：

第一部分主要詢問 ERP 系統所能帶來的功能，也是 Goldratt 博士所提對「ERP 的真正威力是什麼？」，包含兩項問題：(A) 下列選項哪些是貴公司導入 ERP 系統的目的？(B) 哪些選項是貴公司導入 ERP 系統後有實現的？選項包括：(a) 獲利增加；(b) 庫存下降；(c) 提供統一的衡量指標，一致性資料；(d) 提供決策依據；(e) 儲存資料快速；(f) 資訊透明化；(g) 提供正確的資訊；(h) 縮短生產週期；(i) 便利部門間傳送資料及檢索資料；(j) 提高品質；(k) 有效地排程；(l) 汰換老舊系統，將各部門串連起來；(m) 客戶的要求；(n) 同業比較效應；(o) 將流程制度帶進公司；(p) 其它。

註 2：本訪談研究與黃建智共同進行，有關訪談研究方法、問卷、內容與結論，請參考黃建智，“以限制理論來審視企業資源規畫系統的困境”，國立交通大學工業工程與管理系所碩士論文，2006。本段謹節錄論文重點。

第二部分主要詢問 ERP 系統所帶來的效益。不是每一套系統都能對公司有實質的助益，只有當系統能為公司解決了某項運作上的困難，這套系統才能為公司帶來效益。也就是 Goldratt 博士所提「ERP 減輕了什麼運作上的限制」，包含兩項問題：**(A)** 下列哪些選項是貴公司希望導入 ERP 後能實現的？**(B)** 哪些選項是導入 ERP 後貴公司有實現的？選項包括：**(a)** 解決資訊不足下的決策情況；**(b)** 解決擁有資料卻不知道如何幫助決策的困境；**(c)** 減輕生產的資源分配問題；**(d)** 能提早提供缺貨的警告；**(e)** 解決存貨過多或缺貨的問題；**(f)** 減輕運算物料需求規劃等複雜數據的困難性；**(g)** 快速取得實際銷售，對市場的反應變快；**(h)** 能做出好的排程以有效運用人力與機器產能；**(i)** 能提高作業流程效率；**(j)** 解決數據資料不一致的問題；**(k)** 能提高公司的獲利能力；**(l)** 解決內部管理問題，將制度建立起來；**(m)** 讓每個人都明確瞭解自己的工作；**(n)** 其它。

第三部分則是屬於開放性的問題，主要有三題（包含小題），內容所探討的是企業目前關於生產及存貨的相關營運規則及作法。**(A)** 貴公司在導入 ERP 後，「整體績效」有無明顯提昇？**(a)** 請問 ERP 帶來什麼改善，使得貴公司的有效產出有顯著提昇？**(b)** 請問「有效產出」的提昇，有無讓貴公司的獲利增加？**(c)** 假如貴公司「整體績效」沒有明顯提昇，請問貴公司期望採取什麼作法做進一步改善？**(B)** 貴公司在導入 ERP 後，有無帶來更好的「生產管理」效益？**(a)** ERP 所提供的優先順序，請問有無幫助貴公司「達交率」的提昇？**(b)** 請問 ERP 帶來什麼改善讓您覺得貴公司得到了更有效的排程？**(c)** 請問貴公司 ERP 提供了什麼資訊作為生產優先順序的決定？**(d)** 請問貴公司 ERP 所提供的投料資訊是什麼？**(e)** 假如 ERP 沒能帶來更好的「生產管理」效益，請問貴公司期望採取什麼作法做進一步改善？**(C)** 貴公司在導入 ERP 後，「庫存」有無明顯下降？**(a)** 請問 ERP 帶來什麼改善，使得貴公司的庫存下降？**(b)** 請問 ERP 是否可根據「客戶訂單與存貨數量」間的關係，事先提供可告的資訊？**(c)** 假設「庫存」沒有明顯下降，請問貴公司期望採取什麼作法做進一步改善？

第一部分與第二部分主要在於瞭解 ERP 系統所帶來的功能目的和效益有無相結合，而第三部分是想瞭解目前業界所盼望的管理法則。雖然典型 ERP 系統可能會為企業帶來局部效益，但以限制理論的角度來思考的話，假若 ERP 系統導入沒為企業帶來整體績效的提升，那麼 ERP 系統就沒為企業帶來改善。由於本研究所設計的半開放性結構式問卷，並不適用於一般量化分析的方法與尺度，而是依據研究者對訪談與回收問卷之語意分析作主觀意識之

判斷，根據限制理論管理思維與作法比對之後而決定，分別說明訪談重要結論：

訪談結果普遍認為在 **ERP** 功能方面以獲利增加、提供統一的衡量指標、及有效地排程為企業導入 **ERP** 系統想要的最主要的目的。而企業認為導入的目的中最常實現的是提供統一的衡量指標、提供正確的資訊和便利部門間傳送資料及檢索資料。如同 **Goldratt** 博士所言，目前的 **ERP** 系統只帶來電腦功能方面的便利，僅利用儲存資料、處理資料、便利部門間傳送資料及檢索資料的能力，還無法帶來獲利增加等整體績效的提昇。另外受訪者也沒有提出任何「充分條件」來強化其 **ERP** 系統發揮整體效益(此為後續研究的重點)。

訪談結果普遍認為在 **ERP** 系統效益方面是以提高作業流程效益、解決數據資料不一致的問題和解決資訊不足的決策情況這三項為主。而導入 **ERP** 系統後最常實現的效益是解決運算複雜數據的困難性、提高作業流程效率、解決了資訊不足下的決策情況和解決數據資料不一致的問題。如同 **Goldratt** 博士所言，**ERP** 系統所帶來最大的效益是解決了「任何機構、任何部門、任何層級的經理人都需要在資料不全的情況下做出決策」的限制。實際訪談的結果雖然最高票不是 **Goldratt** 博士的論點，但提高作業流程效率有部分原因也是因為 **ERP** 系統提供了足夠的資訊，節省很多之前需要找資訊的時間，此與 **Goldratt** 博士的論點相去不遠(當然此點亦為後續研究的重點)。

訪談的重要結論如下所示：

1. **ERP** 系統對整體績效的影響：僅有約 **1/3** 受訪的企業認為導入 **ERP** 系統後對該公司的有效產出有所提昇。然而進一步詢問與討論，都承認確實相關性不顯著，只認為由於資訊透明，有助於內部的追縱管控，使各產品的生產成本較容易掌握而已(**TOC** 成本觀思維)。大部分管理者認為有效產出的提昇與 **ERP** 系統沒有直接關係。他們都期盼 **ERP** 系統導入時能夠加入一些充分條件，使 **ERP** 系統能夠更明確的協助企業提升競爭力。
2. **ERP** 系統對生產管理的影響：**(a)** **ERP** 系統無法提供詳細的生產排程，目前派工作法大部分都是依據現場主管的意見決定優先順序，然而只憑現場主管的意見，容易落於局部最佳化仍不知覺；**(b)** 企業為了追求交期達成率，若手上同時有 **MTO** 和 **MTS** 的訂單的話，普遍採取的作法是讓 **MTO** 的訂單先做，而讓 **MTS** 的訂單排在比較後面，顯然此現象完全沒考慮到 **MTS** 訂單產品目前的庫存量，此也落入了局部觀；**(c)** 由於 **ERP** 系

統提供稼動率，一般皆會為追求稼動率而提早投料生產，此乃因設備閒置是一種浪費的觀念造成，此也是落入局部觀。(d)以生化製藥廠為例，該產業有個不成文的習慣，只要是新客戶的第一筆訂單，就一定優先排定，不論訂單的金額和對產能的影響，此現象也是落入了局部觀。大部分受訪者也認為目前企業在生產管理部分落入的困境是：ERP 系統 只能提供數據，不能告訴我們該如何做，導致只能由人的經驗來判斷，如此就容易落入局部觀。然而系統不是不能提供指示，只是企業的想法都是想藉由系統排出有效且詳細的生產排程，如此的話，ERP 系統就需要非常多的資料，更需要有專業人員來維持資料的正確性，這樣的 ERP 系統就不容易導入成功。國內某面板廠就曾為了得到好的生產排程而導入先進規劃排程 (Advanced Planning Schedule, APS)，但他們最後是失敗的，原因是現場變化太快，APS 來不及反應，且數據資料太多，相互的格式也不支援。基於此現象，本研究認為 S-DBR (第二章) 將是可行的辦法，主要原因是比較容易應用於 ERP 系統內 (因為所需資料較少)，而其方法中的不提供詳細排程、掌握潛在的限制和決定物料的發放，都可有效地減少需要專注的資料，然而如何導入於典型 ERP 系統將是本研究重點之一。

3. ERP 系統對庫存管理的影響：(a) ERP 系統導入後對庫存的表現情況，僅約 30% 的受訪者認為導入 ERP 系統後對該公司的庫存有下降，當進一步詢問其原因，亦無法提出直接的證據連結是因 ERP 系統導入造成，但皆認為 ERP 系統可以改進的空間仍很大；(b) 仍沿用以往的管理法則，當達到低庫存時，ERP 系統會依據「習慣」做出警告及通知，此和導入 ERP 系統之前是一樣的，並沒有隨著科技而更新。(c) ERP 系統 雖然可以事先對庫存提出缺貨或存貨過多的警告，但是受訪者公司的庫存還是沒有下降。受訪者認為預測準確與否是關鍵因素，因此皆期望 ERP 系統能夠有更準確的預測系統。

3.2 導入實例研究

案例一：企業導入 ERP 系統「未能提供資訊的有效性」

本個案 (Lo et al., 2005) 是 T 公司導入 ERP 系統之研究，該公司成立於 1996 年，主要生產磷化鋁鎵鋼、砷化鋁鎵發光二極體磊晶片及晶粒，適用於消費性電子產品的指示燈、傳真機及掃描器光源、室內或室外資訊顯示看板等。由於該公司在競爭激烈的市場下，組織的層級與規模隨業務需要逐漸擴大，使組織間經常產生重疊造成權責不分，也使得公司內部

產生許多的不協調之處，影響公司的經營效率及公司的營運，因此考量重新整合資源的運用，導入 ERP 系統。該公司導入 ERP 系統依據程序包括：(1) 作業分析階段、(2) 解決方案規畫階段、(3) 解決方案構築階段、(4) 文件製作階段、(5) 上線準備階段、及 (6) 正式作業階段。導入前謹慎的評估產業特性、規模性、迫切性及軟體的適合度，並考量企業資源整合所涉範圍甚廣，包括系統廠商的選擇、資訊設備、資源管理規畫、系統導入、上層的企圖心、人員配合、系統上線等。在導入的過程中，又與供應商、顧問公司三者密切、和諧地配合，務必使企業有效運用 ERP 系統。在採購軟體時又針對功能完整性做評估，考量在軟體導入時會因產業上各有差異，使軟體系統無法提供的功能，則被列為系統差異項目，又導入許多的客製化功能。

雖然該公司有許多的「必要性」因素而導入 ERP 系統，然而該公司導入 ERP 系統後，在預期成效方面也存在「不足夠」的現象：

1. 導入 ERP 系統無法確認可以協助突破企業瓶頸或限制 (未引用新營運法則)

企業在導入 ERP 系統時，都會委託顧問團隊來協助，但是對產業經驗就不夠熟悉，在導入階段中，因諮詢顧問不熟悉產業的特性結構而產生溝通上的誤解，導致需重新與各個模組間串聯性問題再行作業分析。導入時，顧問如果反客為主，充其量只是引進一套新的制度和系統，並不一定是合適於該產業的系統。

2. 導入 ERP 系統所增加的效益似乎有限 (未以整體最佳化考量)

企業在導入一套 ERP 系統，的確可以減少人為計算上失誤，以及提供一些統計上的管理報表帶來便利，但對公司整體的效益提昇似乎有限。以銷售系統為例，銷售行為是屬於源頭性工作，也是許多資料系統的起始作業 (接單→生產→出售→財務)，作業者在前端上並未減少其原先之處理工作，反而還要增加一些管理上的參數欄位，並未能有減輕其工作之效果；或是覺得和處理其它文書軟體並無太大差異，因而導入 ERP 系統並未對企業帶來效益。

3. ERP 系統的導入無法降低管理階層資訊不足的現象 (未引用新營運法則)

ERP 系統可提供企業在系統使用上多種選擇，但是要選擇前也是一種判斷，如何選擇仍需要視企業當時所採取的政策或策略，並不是 ERP 系統能取代的工作。許多企業文化

是逐漸演進而來，許多企業的作業流程也是經歷幾次的改革才步入正軌，在導入 **ERP** 系統軟體階段中，面臨的許多問題還是需要人員來協調判斷。

4. 企業使用者未能提供正確的需求 (未引用新營運法則)

ERP 系統導入的諮詢顧問對企業進行作業分析時必須是引導其提出完整的需求並發現所有的問題。在 **ERP** 系統導入的作業分析階段中，往往會遇到的問題是，使用者無法說出完整的需求，或落入所謂的訪談陷阱。訪談陷阱界定為 **ERP** 系統導入的顧問針對所有提到的問題就提出需求，沒提到的問題也就沉底，也許這些沉底的問題往後就是造成企業需求無法對應的問題，或是一直到結案前才被提出來翻案等問題。

案例二：企業導入 **ERP** 系統「未能提供產生效益的有效性」

本個案 (Lo et al., 2003) 為 **A** 公司導入 **ERP** 系統的研究，該公司成立於 1971 年，主要生產資訊、通訊及儲存相關產品之印刷電路板。導入 **ERP** 系統主要的目的是將該公司原來擁有的封閉式財務及進銷存系統、在製品系統及機台控制等既有系統，擴充成為與客戶端、通路商及供應商間之電子化，使 **ERP** 系統在整合性及內稽內控之原則下，達到現場管理之目標。該公司相信企業在面對產品生命週期持續縮短及追求彈性生產、快速組裝、迅速交貨的趨勢下，唯有善用企業資源及結合資訊科技，在關鍵時刻做出正確的抉擇，即可滿足顧客的需求，掌握市場的先機。為了使 **ERP** 系統順利導入，該公司謹慎的執行專案管理、符合預算的專案成本控管、周全的導入方法及專案問題反映及處理系統。配合軟體所提供之模組重新改造企業流程，將每個部門的工作執掌及互動釐清，使資料之正確性均有所增進。

該公司仍是以其「必要性」而導入 **ERP** 系統，然而在相對的預期成效方面仍存有如下
的落差現象，顯而易見的是「仍然不足夠」：

1. 各模組仍普遍存有局部最佳化的現象 (未以整體最佳化作考量)

ERP 導入專案涉及專業判斷的障礙、流程方面的障礙、公司文化方面之障礙及個人學習方面的障礙等，在清除障礙過程中，需要各種不同領域的專業人才 (廠內顧問或廠外顧問) 運用高度思考力及溝通能力一起完成。然而，在導入 **ERP** 系統前，個案廠商的各資訊系統 (人事薪資、現場監控、會計處理及生產管理等) 分屬不同時期購入及不同軟體公司所提供，因此各部門人員使用之軟體通常以追求部門效益、各自最佳化之原則進行

作業，對於其他部門或公司整體目標較無整體概念，每一位專家都在系統裡加入一些個人偏好的流程，雖然流程自動化的運作令人印象深刻，但過度自動化及華而不實的方法和流程，反而使管理階層產生盲點。甚至於，導入過程中常以原有系統之觀點審視新系統，導致專案過程中時常發生增加“新需求”的現象。

2. 需要花費許多時間在溝通協調上 (未引用新營運法則)

因個案公司擁有三十多年的歷史，呈現一定程度老態公司的企業文化，專案的進度跟催及控管頗為吃力，加上導入之模組多達 16 個，為確保順利上線，個案透過嚴密的專案管理以加以管控，因此專案中設計每日之問題條例反映及專案工作展開等工具來協助專案管理的成功性，然而仍存在許多的問題待協調與妥協。

從上述兩個導入實例來探討企業導入典型的 ERP 系統，僅能運用電腦系統的功效執行資料的處理，並未應用較優的營運法則，將之導入 ERP 系統中。因此，在「提供資訊的有效性」及「產生效益的有效性」是有限的。企業應藉由新的企業營運法則以「提供資訊的有效性」，企業發展的瓶頸才能被突破，ERP 系統真正的效益也才能「提供效益的有效性」，此結果驗證典型的 ERP 系統是必要但仍不足夠。

透過訪談調查與實例導入研究，確認典型 ERP 系統如 Goldratt 博士所言是必要仍不足夠，主要在於企業認同「各部門間不以局部最佳化考量的參予」及「導入新的整合架構營運法則」結合 ERP 系統，將組織建構以各部門必須配合整體最佳化的系統，則 ERP 系統可以更發揮其效益，協助企業提升競爭優勢。

3.3 以 TOC 整體觀驗證 ERP 系統仍然不足夠

當我們以限制理論的觀點審視 ERP 系統時(Goldratt,2000)，發覺整個 ERP 系統的設計理念是認為將複雜的企業管理系統分割成子系統會較容易管理，例如我們將複雜的組織依功能分成數個易於管理的部門，指派管理者負責每一個部門，同時告訴他們努力改善與追求自己部門的效益，降低自己部門的變異。不只是 ERP 系統開發者，其實大部分管理者也認為如此作法可將複雜的企業系統簡化。但是他們皆不知道此作法會導致各部門無法同步化運作，局部最優卻傷害到整體績效，形成本位主義心態。甚至導致根深蒂固的組織戰術衝突：例如生產單位應以效率為主要績效衡量指標或不要以效率為主要績效衡量標？配銷管理單

位是備較高庫存量或備較低庫存量？部門主管是重視自己部門績效還是不要重視自己部門績效？將複雜的企業管理系統分割成子系統會較容易管理會使管理者失去整體性，組織為失去整體性而付出許多代價。此處所提三個根深蒂固的組織戰術衝突例子是生產製造公司(零組件或消費性產品)所最常碰到的，我們在下面做更進一步分析說明：

1. 生產管理單位衝突

不論 ERP 系統如何的演進，生產管理的議題常常圍繞在無法準時交貨、生產順序改變、庫存太高、無法有效回應緊急訂單...等議題。TOC 認為這些議題持續存在無法有效解決，是因為圖 3.1 的生產管理衝突無法有效化解所造成。生產管理者的目標是做出好的生產管理決策(A)，好的生產管理決策是指最高獲利，最可靠交期與最有競爭的交期時間。要做出好的生產管理決策，管理者必須持續降低成本(B)，而要持續降低成本，管理者必須以工作效率為績效衡量指標(D)；另一方面，管理者要做出好的生產管理決策，他必須要持續提昇速度(C)，而為了持續提昇速度，他不能以工作效率為績效衡量指標(D')。管理者落入衝突，如何化解此衝突？現時狀況都是以妥協來解決，意即平時注重部門(機台)的效率，當遇到訂單無法準時達交時，就啟動趕工機制追求交期績效。當此衝突持續存在無法有效化解，即使在 ERP 系統加入先進排程系統，還是很難有效處理。當不了解生產管理真正問題或無法有效化解系統，一味要求增加或修改 ERP 功能，到頭來，還是解決不了生產管理的真正問題。

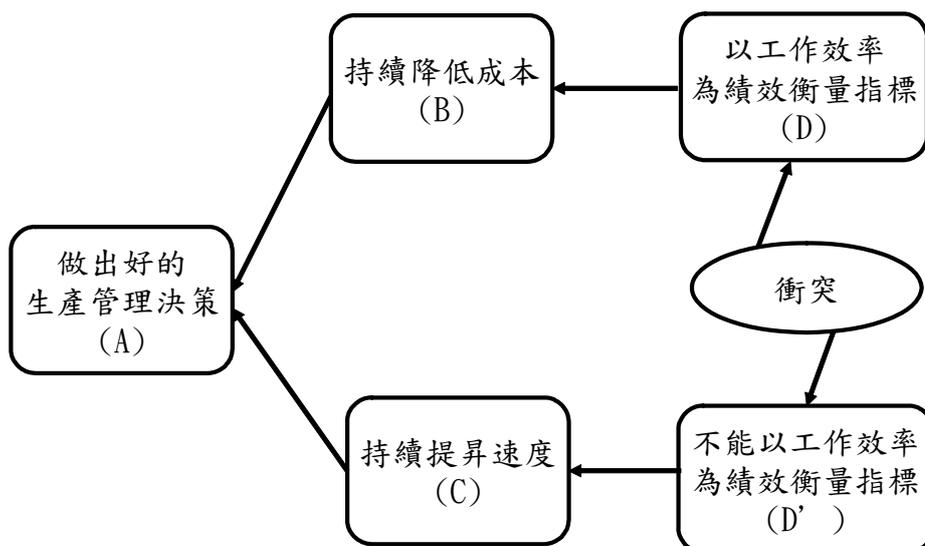


圖 3.1 生產管理核心衝突圖

2. 配銷管理單位

一般配銷存在的問題是庫存太高、同時又缺貨，因此倉庫緊急調貨或工廠的急單生產頻率增高。因此配銷管理的核心問題如圖 3.2 所示。管理者的目的是做出好的配銷管理決策(A)，要做出好的配銷管理決策必須滿足控制庫存成本(B)與保護銷售管理(C)兩大需求。而要達成控制庫存成本管理者必須備較少庫存(D)，但是要保護銷售管理者卻是要備較大庫存(C)，備較大與備較小庫存將產生衝突。目前 ERP 化解之道是提高資訊透明度或要求提供更準確資預測系統。很不幸兩者皆無法有效化解此衝突。

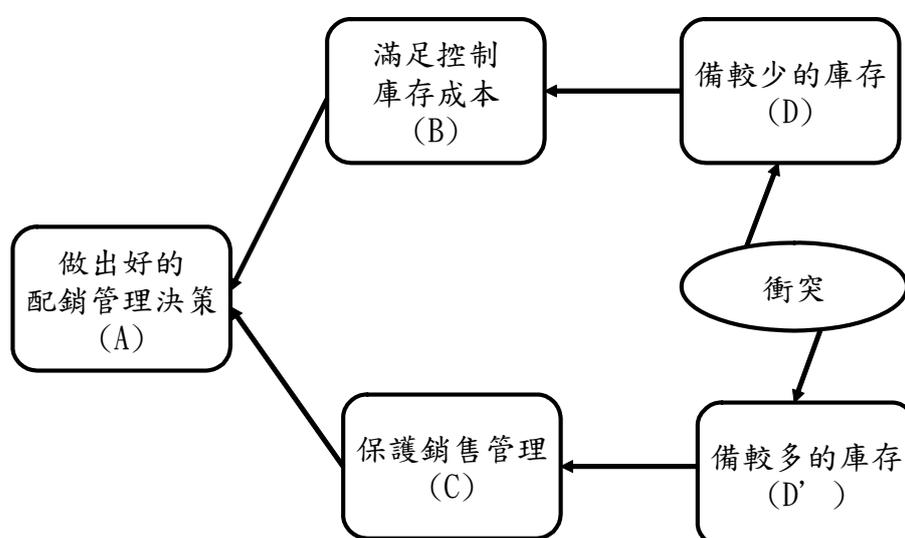


圖 3.2 配銷管理核心衝突圖

3. 管理者的衝突

圖 3.3 為每一管理者所面臨的管理衝突。管理者為了做好管理(A)，必須同時面對控制成本(B)與保護產出(C)兩需求，然而兩者背後隱含的管理理念完全不同。為了控制成本，管理者必須著重局部(其部門)績效(D)，為了保護產出，管理者必須配合著重整體績效(D')。也就是說，管理者為了「做好管理」，卻面臨「著重局部績效」或是「著重整體績效」兩難的衝突。前述兩個單位(生產與配銷)的衝突皆是此管理衝突的延伸。當然管理者直覺上都會認同著重整體績效，只是系統或組織的政策、績效評估指標與管理程序不當，造成管理採用著重局部績效，損失著重於整體績效而不自知的決策。然而大部分管理者如果無法做好決策，常常歸罪於無法及時取得資訊做決策或能及時取得但是卻不正確。此乃企業導入 ERP 系統的主要

目的。但是許多企業導入 ERP 系統卻仍然無法做對決策。

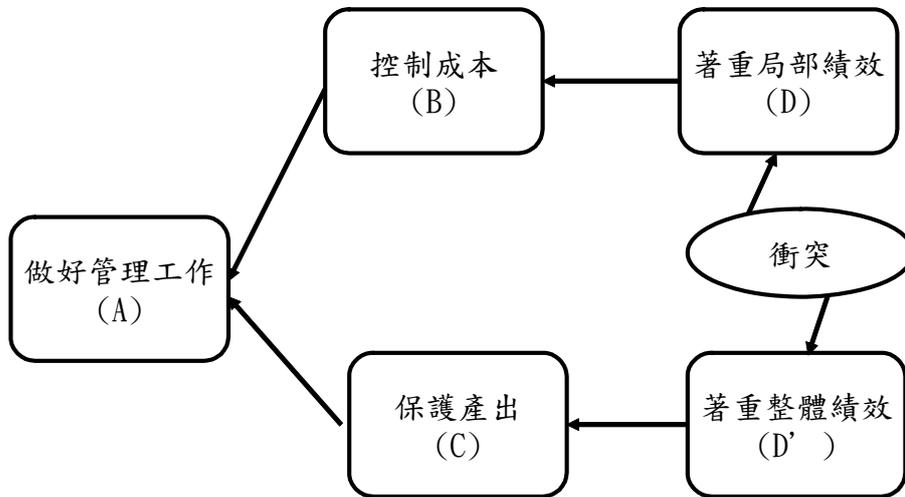


圖 3.3 組織管理核心衝突圖

Goldratt 博士曾用其有名的 PQ 例子(圖 3.4)對許多公司的高階主管作測試，請他們計算該 PQ 例子一個星期可獲利多少，幾乎所有受測試的主管皆答錯，我們在國內也做過同樣的測試所得的結論也是一樣。這些受測試的主管的公司幾乎都已導入 ERP 系統，此證明 ERP 系統除了可以及時取得正確資訊外，對管理者提升做對整體有利的決策並沒有絕對性的幫助。

從前面的分析，清楚看到即使公司導入 ERP，此三個根深蒂固的組織衝突仍然無法化解。TOC 認為此管理衝突如無法有效化解，前述兩個單位(生產與配銷)的衝突也將無法有效化解。面對此問題，TOC 強調不能以「妥協方式」解決。TOC 認為衝突的存在是由於對於衝突有「錯誤的假設」，必須對於錯誤的假設尋求突破，才能真正改善「核心衝突」。以管理者衝突為例，管理者是陷入「局部影響的總和等於整體影響」的不當思維或「只要局部改善整體就會改善」的錯誤假設，其實「局部影響的總和不等於整體影響」，限制理論強調「要能夠全力配合整體績效的局部績效才是有效益的」。根據 TOC 整體觀思維我們可以很容易化解此衝突，不要追求局部效益，建立新營運法則充分運用限制資源且各部門全力配合整體績效即可(如圖 3.5 所示)。此觀念再次的驗證以 TOC 三個績效指標作為決策依據，五個管理步驟作為管理程序，管理者將可以知道如何做對整體最有利的決策與行動。

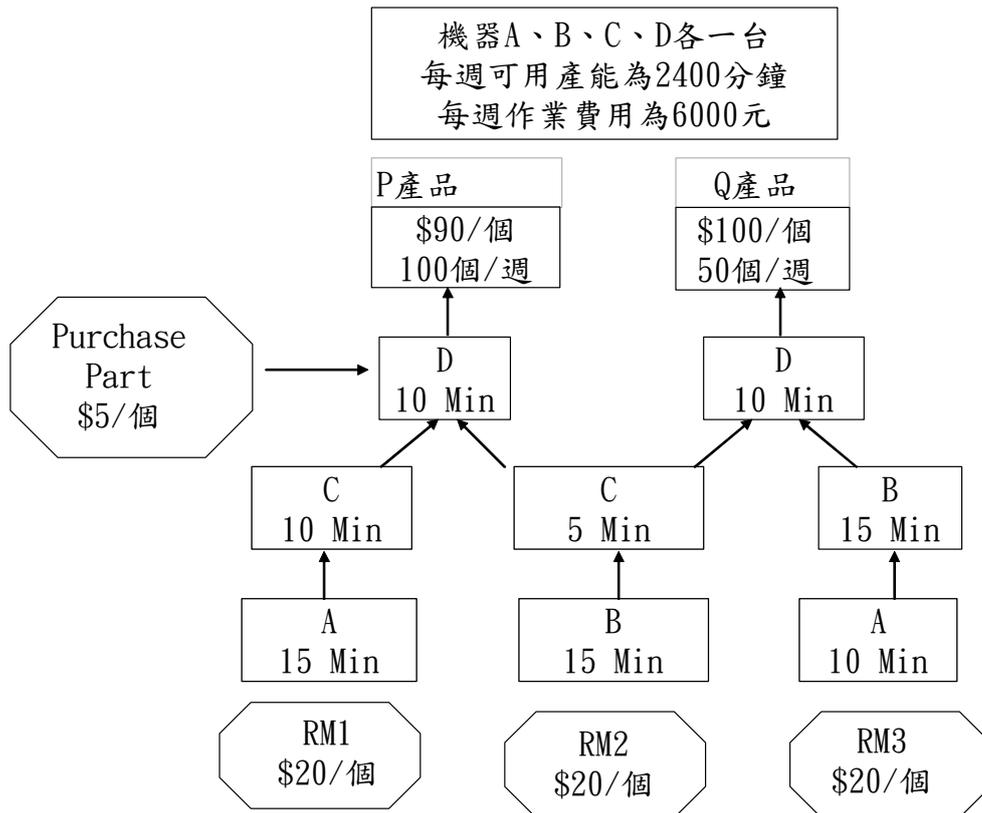


圖 3.4 PQ例子圖(Goldratt, 1987)

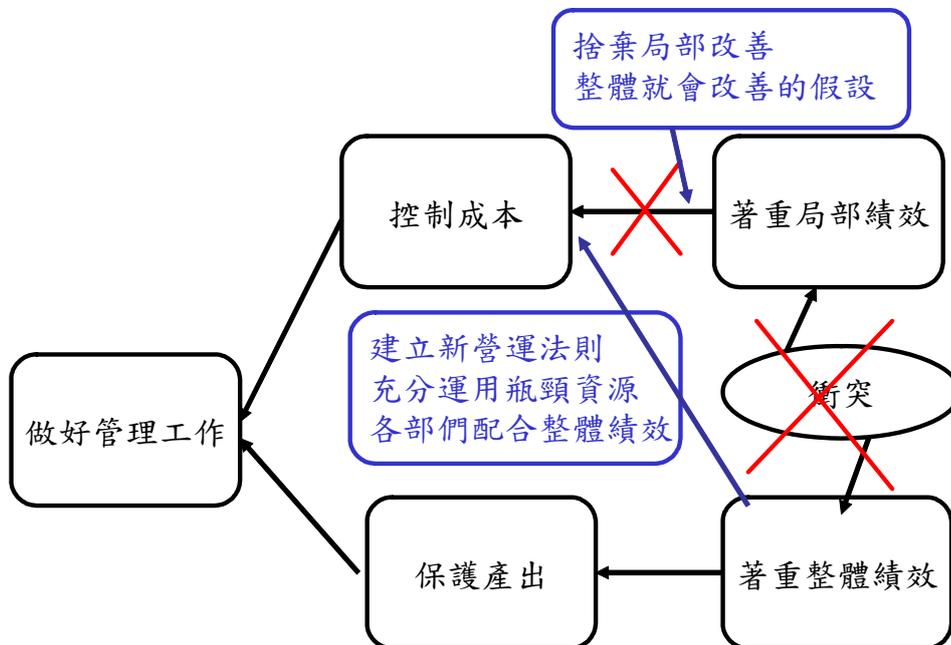


圖 3.5組織建立整體績效新營運法則示意圖

四、以 TOC 強化 ERP 系統充分條件

4.1 ERP 系統充分條件的定義

如第三章的結論，我們知道企業追求的目標是持續成長獲利，雖然 ERP 系統是企業營運的必要條件(資訊取得的速度與可靠性)，但是必要條件並不足夠讓企業持續成長獲利，我們仍須建構充分條件。然而何謂 ERP 系統的充分條件？以什麼基礎作為定義 ERP 系統的充分條件？既然必要條件並不足夠讓企業持續成長獲利，那充分條件就必須要能讓企業持續成長。因此以此為基礎來定義 ERP 系統的充分條件應是合邏輯的。企業要如何持續成長獲利？必須要有決定性的競爭優勢。問題是如何有決定性的競爭優勢？我們認為一個企業只要能夠滿足客戶一項重要的需求，此需求是其重要競爭對手短期間無法做到的，企業就可以建立決定性的競爭優勢，讓企業持續成長獲利。我們也知道客戶有許多重要需求要滿足，例如產品本身，品質，價格，可得性與交期等。由於本研究是強化 ERP 系統，因此我們將從供應鏈的角度看客戶的重要需求——產品的可得性與可靠交期。而且本研究對象是以製造業為主，因此我們認為大部份的製造業從其生產的產品與客戶的角度來看可分為兩類：一類為零組件製造商供應零組件給其它製造商，另一類為消費性產品製造商，其客戶為品牌商或通路商或零售商，此兩類製造商從供應鏈的角度看其客戶有不同的重要需求。

1. 零組件製造商

零組件製造商主要是生產零組件產品，客戶為組裝製造商購買零組件製造商的產品做為組裝其產品的零件。此供應鏈如果客戶能夠容忍零組件製造商的生產加運輸時間，零組件製造商會採行接單式生產(Make to Order, MTO)，客戶根據需求(交期日與數量)下單。但是如果客戶僅能容忍的時間比零組件製造商生產加運輸時間還短，客戶會要求備庫存(庫存屬於零組件製造商或客戶)來滿足需求，此運作模式稱為供應商管理庫存(Vendor Management Inventory, VMI)。目前即使是以 VMI 方式運作，客戶仍是用訂單和零組件製造商做溝通，因此對零組件製造商的工廠而言即使是以 VMI 方式運作，也是接單式生產。另外新產品開發(樣品或第一次量產)也都是採 MTO 模式。

由於零組件製造商跟其客戶皆是以訂單做為溝通(即使是採 VMI 方式運作)，如果零組件

製造商的準時交貨率都不好，令客戶受害，那麼供貨的可靠性就成了客戶的一項重要需求。而零組件製造商如果能夠建立極可靠的交期表現，同時市場知道其交貨期極可靠，而其它情況不變(品質，價格，交期時間等)，零組件製造商就可以建立以交期可靠決定性競爭優勢，持續獲利成長。另外，當其客戶可以從快速回應(**Rapid Response**)得到很大好處時，快速回應會是客戶的另一項重要的需求。此情況下如果沒有低成本的替代方案，通常客戶是願意付更高的價格(此價格相對客戶的產品成本仍然是很低，但是對零組件製造商而言價格卻是高很多)。因此如果零組件製造商的交貨期能夠出奇短，就有相當大的市場需求，願意為快速回應付更高的價格，不只可建立另一種決定性競爭優勢，而且可加速零組件製造商持續獲利成長。

2. 消費性產品製造商

消費性產品製造商的客戶為品牌商、通路商或零售商。由於品牌商、通路商或零售商所面對的皆是最終消費者，最終消費者對取得商品能夠容忍的時間往往是零或是非常短，因此品牌商、通路商或零售商就必須備庫存滿足最終消費者的需求。品牌商、通路商或零售商遭遇最大的問題是因預測不準、供應商不可靠、補貨時程過長...等，造成必須提高庫存以降低缺貨之風險。但是高庫存對品牌商、通路商或零售商的傷害是會積壓現金，如果加上貨品可得性也是問題時，那改善庫存週轉次數與產品可得性就變成是品牌商、通路商或零售商重要的需求。消費性產品製造商如果能夠跟客戶建立合作伙伴關係，該關係保證客戶特出的貨品可得性，而不需要高庫存及煩瑣的步驟，且其它情況不變(品質，價格等)，決定性的競爭優勢就可以建立起來。

另外如果消費性產品製造商的客戶是零售商時，由於零售商陳列的空間有限，但是陳列的空間又對營業額影響重大，此時貨架坪效產出(**Throughput Per Shelf, TPS**)就變的相當重要。因此確保合意的 **TPS** 與提高 **TPS** 兩者就成為零售商的重要需求，消費性產品製造商應考慮充分利用這個事實。同樣的邏輯，如果消費性產品製造商能夠跟零售商建立關係確保其 **TPS** 值增長，並提供一個合乎實際的機會和客戶分攤更高的增長，決定性競爭優勢就可以建立起來。

4.2. ERP 系統充分條件內容

當我們分別訪談零組件製造商與消費性產品製造商說明其客戶的重要需求是可靠交期/持續縮短交期時間，提升庫存週轉次數/產品可得性時，他們幾乎皆認同此看法，同時也同意如果能夠做到，決定性競爭優勢是可以建立。問題是要做什麼才能滿足可靠交期/持續縮短交期時間，提升庫存週轉次數/產品可得性競爭優勢？或者說我們需要達成那些內容或中程目標才可以建立決定性競爭優勢？

4.2.1 零組件製造商 ERP 系統充分條件內容

由於零組件製造商可採取可靠交期/快速回應作為決定性競爭優勢，因此當市場知道公司的交貨期極可靠，而其他情況不變，決定性的競爭優勢就建立起來了。但是建立競爭優勢不是容易的事，建立充分利用此優勢的能力更是困難，同時要持續維持兩者才是真正的挑戰！因此我們需要有明確的中程目標。圖 4.1 為我們認為要建立可靠交期/快速回應競爭優勢所需的中程目標，而要達成此中程目標的方法與解決方案，將於 4.3 節說明。

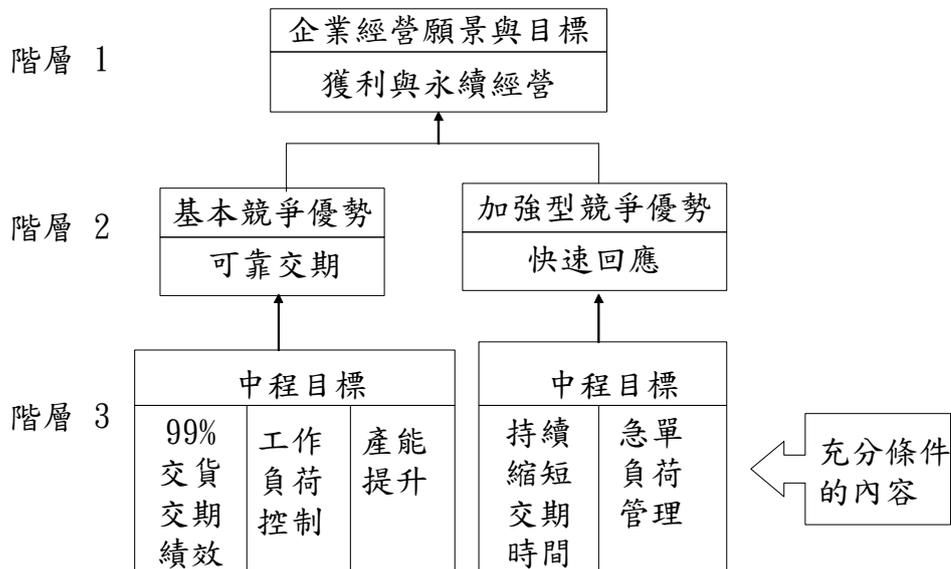


圖 4.1 零組件製造商建立決定性競爭優勢中程目標架構圖

1. 建立 99% 交貨交期績效

建立 99% 交貨交期績效是建立交期可靠競爭優勢的第一個中程目標，此目標無法達成一切皆是空談。實務經驗證實交期績效的提升會馬上反映到訂單量的增加(從既有客戶)，對

新客戶則必須透過行銷手法與承諾才能增加訂單數量。

2. 工作負荷控制---持續維持可靠交期績

即使有能力建立 **99%** 交貨交期績效，然而如前面所言當訂單交期顯著改善既有客戶會增加訂單量，當然景氣好時訂單量也會增加，此時產能負荷會增加，因此有可能對客戶承諾的標準前置時間(**quoted standard lead times**)會無法持續的維持，因而傷害高交期績效。因此建立交期可靠競爭優勢的第二個中程目標是：不管銷售如何增加，公司對客戶答應的交期日皆可達成。我們知道如果此中程目標可以達成那我們就可持續維持可靠交期績效。

3. 產能提升---客戶不會因為交貨期過長而流失

然而光透過工作負荷控制還不足以持續維持可靠交期績效，因為當我們因交期可靠使訂單持續增加到交貨期比業界的標準交貨期長得許多時，不僅訂單會流失，連客戶也會跑掉，因此我們的第三個中程目標是：客戶不會因為交貨期過長而流失。

4. 持續縮短交期時間

實務上，即使做到可靠交期績效且能持續維持，客戶對縮短交期時間的要求是越來越高。另一方面，有些客戶有快速回應的需求，他們如果知道有供應商可以滿足其快速回應的需求，他們願意用金錢換取時間的，我們認為不應該浪費此機會。因此第四個中程目標是：公司的生產前置時間能夠持續縮短到很有競爭力。

5. 緊急單負荷管理---交出相當數量的緊急單

然而許多時候即使縮短生產前置時間，還不足以保證可以面對緊急單的交貨(例如產能已接滿 **30** 天的訂單，今天到達的緊急單 **10** 天後要交貨，即使我們生產時間短於 **10** 天，因沒有產能也無法滿足)。因此第五個中程目標是公司必須有能力比業界標準交期更短很多的時間內交出相當數量的緊急單。

4.2.2. 消費性產品製造商 ERP 系統充分條件內容

由於透過改善客戶庫存週轉次數與產品可得性是品牌商或通路商或零售商重要的需求，因此當消費性產品製造商能夠跟客戶建立合作伙伴關係，該關係保證客戶特出的貨品可得性，而不需要高庫存及煩瑣的步驟，而其它情況不變，決定性的競爭優勢就建立起來了。同

樣建立競爭優勢不是容易的事，建立充分利用此優勢的能力更是困難，但是同時維持兩者才是真正的挑戰！因此我們需要有明確的中距目標。圖 4.2 為我們認為要建立庫存週轉次數與貨品可得性競爭優勢所需的中程目標，而要達成此中程目標的方法與解決方案，將於 4.3 節說明。

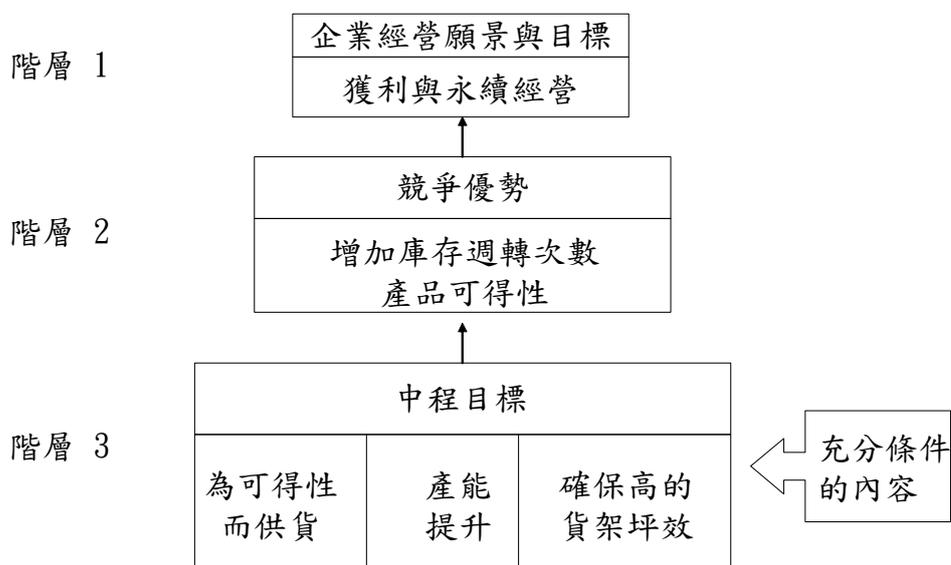


圖 4.2 消費性產品製造商建立決定性競爭優勢中程目標架構圖

1. 為可得性而供貨---有足夠庫存，足以馬上滿足合理的需求

我們知道根據實際消費而供貨，需要生產和配銷的特殊功能，是絕大多數企業辦不到的（能夠可靠及快速地滿足需求，而這些需求主要由極小的批量組成），因此建立庫存週轉次數與產品可得性競爭優勢的第一個中程目標必須能夠在公司的倉庫經常有足夠庫存，足以馬上滿足合理的需求。

2. 產能提升---不因瓶頸出現而缺貨使客戶受損

如前一節所言，消費性產品製造商與零組件製造商在生產管理上最大不同是接單生產方式，零組件製造商是採 **MTO** 方式生產，因此當產能負荷太大時可以依產能負荷決定答應客戶的交期時間，但是消費性產品製造商是透過承諾改善客戶庫存週轉次數與產品可得性，因此不能有缺貨情形發生。然而當銷售不斷增加，生產線瓶頸終於會出現，庫存將耗盡，缺貨會無可避免。我們的第二個中程目標是要消費性產品製造商跟其客戶伙伴的關係永不因瓶頸出現而缺貨使客戶受損。

3. 確保高的貨架坪效---只有在失敗的機率很低時才推行 TPS 提案夥伴關係

前面提過如果消費性產品製造商的客戶是零售商，而零售商陳列的空間有限，但是陳列的空間又對營業額影響重大，此時貨架坪效產出(TPS)就變的相當重要，因此確保合意的 TPS 與提高 TPS 兩者就成為零售商的重要需求，消費性產品製造商應考慮充分利用這個事實，增加公司的獲利能力。但是保證最低的 TPS 卻做不到會令公司陷入困境，因此消費性產品製造商第三個中程目標是公司只有在失敗的機率是零或很低時才推行 TPS 提案夥伴關係。

4.3 以 TOC 解決方案達成 ERP 系統充分條件

藉由 4.1 及 4.2 節的探討，可以瞭解 ERP 系統必須具備充分條件的中程目標，才能發揮 ERP 系統的績效。企業具備這些中程目標，自然可以建立企業所選定的決定性競爭優勢。然而達成這些充分條件(中程目標)的方法很多例如: MRP (Material Requirements Planning), JIT (Just-In-Time)等。本研究將探討如何以第二章所闡述的 TOC 解決方案來做為達成充分條件的戰術。同樣的，本節也分別以零組件製造商與消費性產品製造商分別說明如何以 TOC 解決方案來建立達成 ERP 系統充分條件。

4.3.1 建立零組件製造商 ERP 系統的充分條件

圖 4.3 為本研究建議以 TOC SDBR 與緩衝管理當作建立零組件製造商 ERP 系統之充分條件，包含十一個步驟，步驟(1)~(4)為建立 99%交貨交期績效的充分條件；步驟(5)(6)則是做好工作負荷控制的充分條件；步驟(7)(8)為產能提升的充分條件；其餘則是持續縮短交期時間與緊急單管理的充分條件。每一步驟詳細說明如下:

1. 抑制投單管理

如何建立 99%準時交貨率(快速看到成效)? TOC 認為 S-DBR 和緩衝管理(BM)能令絕大多數公司的準時交貨率提升至超過 99%，因此只要公司落實推行 S-DBR 與緩衝管理就可快速達成 99%準時交貨率。如何做到? 首先必須做好抑制投單管理，因為當生產現場有太多訂單時會容易做錯優先順序，促進局部最優的行為，因此拉長前置時間(Lead Time)同時嚴重的傷害交期績效。克服之道是生產現場只允許在預設的時間範圍(生產緩衝時間)內需要投入的訂單投入生產現場，TOC 稱此為抑制投單管理。問題是如何做到?

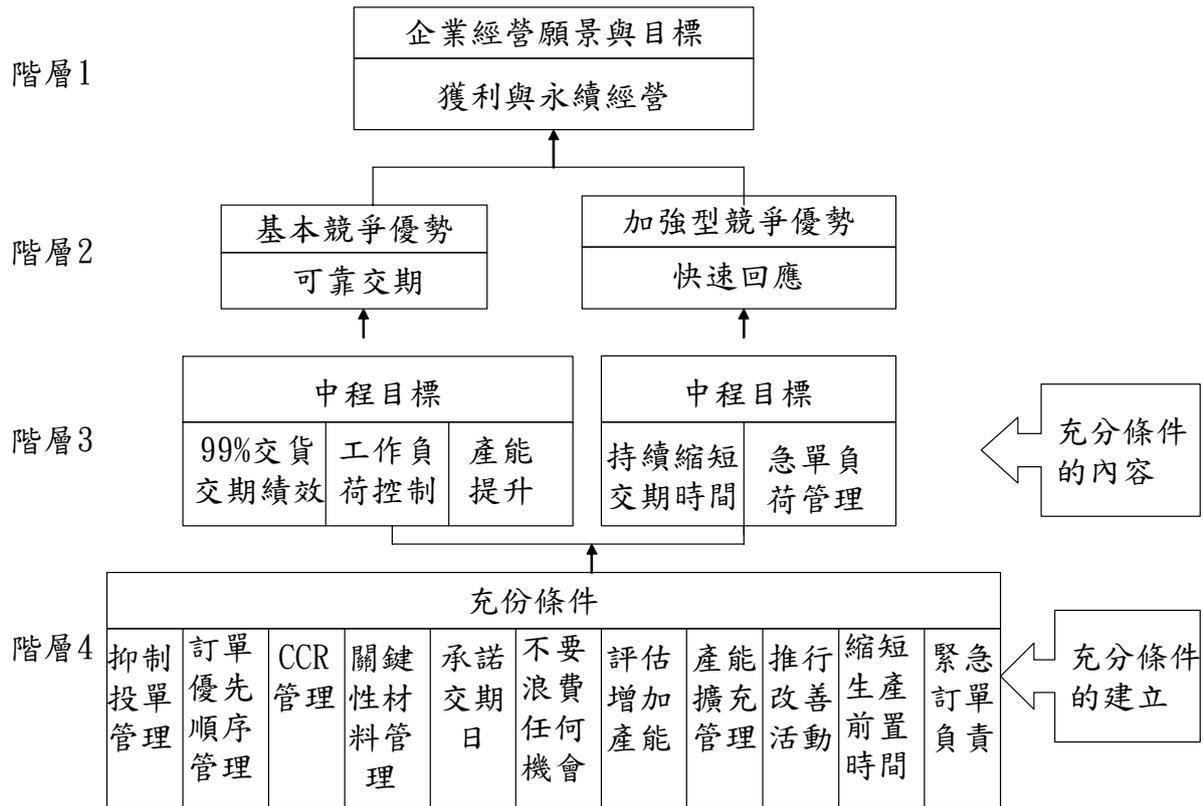


圖 4.3 零組件製造商建立ERP系統充分條件架構圖

如何做到抑制投單管理？TOC認為以傳統方法管理的工廠其 **touch time**(最小生產批量所需之標準工時)只佔前置時間(**Lead Time**)一小部分。同時許多經驗顯示，以傳統方法管理的工廠，如以訂單交期日為基準，只提前半個現在的生產前置時間投料，只會帶來好的結果不會有負面的效應(前置時間縮短一半，交期績效顯著改善，有效產出增大，多餘產能暴露出來)，除非是生產環境有嚴重的 **dependent set-up matrixes**，此環境必須有不同的方法面對。TOC認為這樣的效果跟瓶頸存在與否無關。

因此做好抑制投單管理方法是針對每一產品群，將其生產緩衝時間(**buffer time**)設定等於現在生產前置時間的一半(一開始推 **SDBR** 時可以設定生產緩衝時間=現在生產前置時間的 **2/3**，再逐步縮短生產緩衝時間)。只依承諾交期日提前一個緩衝時間將訂單投入生產線(也就是生產現場只允許在預設的時間範圍(生產緩衝時間)內需要投入的訂單投入生產現場)，就可以快速改善交期績效。在李榮貴(2008)以實驗驗證交期績效不良之主因的研究裡已充分獲得實驗與電腦模擬的驗證，透過抑制投單管理 **WIP** 下降，可以縮短生產前置時間，交期可以顯著改善。

3. CCR 管理

我們知道許多工廠有產能受限資源(Capacity Constraint Resources, CCR)存在，當 CCR 常在即使做好抑制投單管理與落實緩衝管理仍會阻礙 99% 交期績效的達成，如何做到即使 CCR 常在訂單仍要準時交貨(>99%)? TOC 知道假如 CCR 存在，WIP 會堆積在 CCR 的前面。因此當訂單投入生產線受到抑制時，唯一會堆積 WIP 的地方是在 CCR 前面。此時需要做好 CCR 管理使 CCR 釋放出更多的產能。根據實務經驗，大多數 CCR 存在的情況透過下列簡單方法可以釋放出更多的產能：(1) 確保 CCR 在用餐時間或交接班時間不要停下來，(2) 將 CCR 工作給其他速度較慢的非 CCR 機台來做，(3) 利用 LEAN 技術縮短 CCR 換線時間，(4) 准予 CCR 加班等等。大多數情況，採行了這些方法後足以防止 CCR 威脅到交期績效，當然在一些少見的環境，CCR 仍會存在，此時業務與生產的同調是必須的，我們需要一套好的產銷管理機制克服此問題(工作負荷管理)。因此做好 CCR 管理的方法是：CCR 被確認同時有效的解除，為了預防 CCR 再出現，需要趕快建立工作負荷管理制度。

4. 關鍵性材料管理

有些工廠關鍵性材料(不可靠之供應商，及物料供應前置時間超過 1/3 生產緩衝之物料)缺料，也會阻礙 99% 交期績效的達成，因此關鍵性材料不可以缺料。我們知道大部分工廠關鍵性材料取得方式有兩種：採下單方式運作或備庫存方式運作。TOC 認為當關鍵材料是以下單方式運作，可採 S-DBR 緩衝管理機制使關鍵材料及時跟催入庫。當關鍵材料是以備庫存方式運作，採 TOC 拉式的補貨機制(4.3.2 節說明)可以讓關鍵材料可得性很高同時維持合理庫存水位。因此做好關鍵性材料管理是：工廠只要在物料管理部門對關鍵性材料實行 S-DBR 的 BM 監控預警機制或 TOC 拉式的補貨機制即可確保關鍵性材料不會缺料。

5. 承諾交期日

TOC 認為大部分公司在 CCR 不常在情形，只要落實做好抑制投單管理，落實緩衝管理，CCR 管理與關鍵性材料管理交期績效應可達到 99% 以上。然而實務也告訴我們當交期顯著改善後，既有客戶會增加訂單量(加上景氣好時訂單量也會增加)，此時 CCR 負荷會增加(即使我們有落實 CCR 管理)，因此對客戶承諾的標準前置時間(quoted standard lead times)會無法持續的與高交期績效同時維持。TOC 認為有兩個情況會使對客戶承諾的標準前置時間

無法持續的與高交期績效並行：**(1)**由於銷售成長訂單會是無規律的到達，會使交期績效受到危害或會浪費 **CCR** 產能。例如業界可以接受的交期時間是 **6** 星期，工廠的生產緩衝時間是 **3** 星期，根據抑制投單機制我們提早一個生產緩衝時間投料。假設 **3** 星期的生產緩衝時間內 **CCR** 可以處理 **20** 個訂單，如果 **3** 星期的生產緩衝時間內 **CCR** 只有 **16** 個訂單要處理，交期沒有問題，但是會浪費 **CCR** 產能。但是也可能 **3** 星期的生產緩衝時間內 **CCR** 有 **25** 個訂單要處理，則 **CCR** 負荷超過，交期會延誤。**(2)**當銷售顯著成長，**CCR** 會常在，假如業務仍是以固定前置時間來承諾可靠性交期，準時達交機會下降。

工作負荷管理的意思是承諾交期日是根據 **CCR** 實際工作負荷量決定，如此不管銷售如何增加，公司對客戶答應的交期日皆可達成。我們需要作好產銷協調關鍵工作，做好負荷管理。**TOC** 認為當承諾交期日是根據 **CCR** 實際工作負荷量決定，同時 **S-DBR** 與 **BM** 就位，要準時完成會是相當容易的事。另外如果根據已承諾訂單的工作負荷量(不是標準前置時間)，一張新訂單的交期日可以在幾分鐘內確定。因此我們需要有一套機制可以讓業務人員(或生管人員)在幾分鐘內得到與決定承諾交期日(根據已承諾訂單的負荷量來決定)。

根據我們跟國內實務界做實驗，許多工廠的生產與業務在產銷協調時皆不知如何做好工作負荷管理，快速決定客戶訂單交期日，在李榮貴(2008)以實驗驗證交期績效不良之主因的研究裡我們也驗證此論點。如何做好工作負荷管理根據 **CCR** 實際工作負荷量承諾交期日？**TOC** 認為一個管理很好的工廠，訂單在生產現場花最多的時間是等待 **CCR** 加工。因此當一張訂單如在 **CCR** 加工時，其生產緩衝時間大約還剩一半時(剩有一半的時間可以完成 **CCR** 後的所有作業)，此張訂單準時達交機率應該可以很高 (>99%)。所以要做好承諾交期日，**TOC** 認為訂單交期可以根據訂單安排在 **CCR** 第一可用負荷時段加上生產緩衝時間的一半(圖 4.5)來決定。圖 4.5 為 **CCR** 負荷圖，假設 **CCR** 工作負荷為 **10** 天，今有一張新訂單要決定可承諾的交期日，此訂單之生產緩衝時間為十天，市場可接受的交期日是 **20** 天。根據 **SDBR** 押交期日的作法，**CCR** 第一可用負荷時段是第 **11** 天，則此張訂單的交期日應為第 **16** 天(第一可用負荷時段是第 **11** 天加緩衝時間的一半 **5** 天)，而投料時間是第 **6** 天(第一可用負荷時段是第 **11** 天減緩衝時間的一半 **5** 天)。因為市場可接受的交期日是 **20** 天，而 **SDBR** 所押出的交期日式第 **16** 天，可以比市場可接受的交期日早 **4** 天完成，我們要不要提早給客戶？

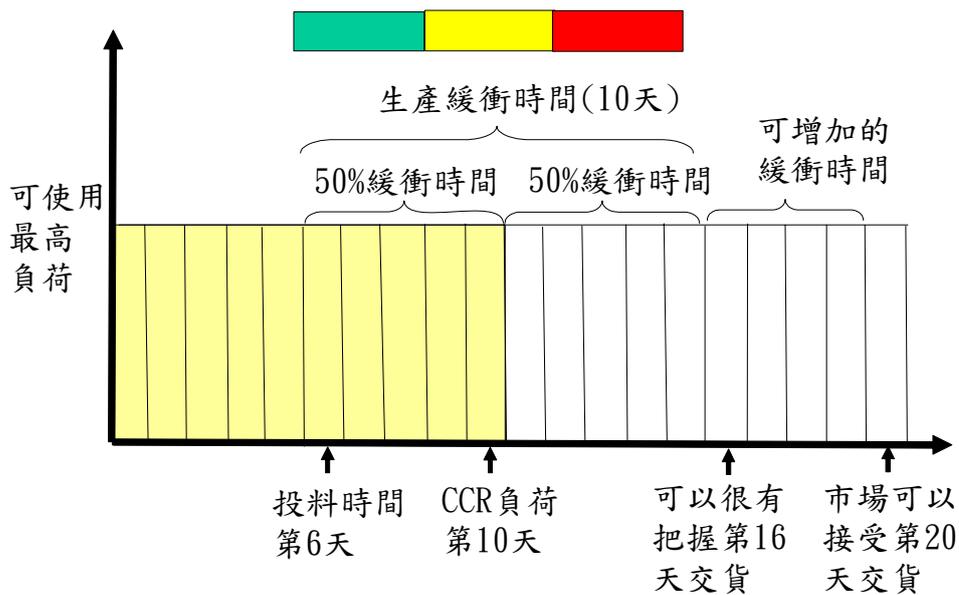


圖 4.5 CCR 負荷示意圖

6. 不要浪費任何機會

TOC 認為根據 CCR 工作負荷量決定交期日可能會導致較短的交期時間，而給以較短的交期免費服務會傷害將來如要採行快速回應收費的機會。因此 S-DBR 認為不要給以較短的交期免費服務。作法是在押交期時，預定承諾交期日 = CCR 第一可用時段 + 生產緩衝時間的一半，假如預定承諾交期日早於業界標準前置時間，則以業界標準前置時間為承諾交期日，假如晚於業界標準前置時間，則預定的承諾交期日為承諾交期日。投單日期仍為：CCR 第一可用時段 - 生產緩衝時間的一半，仍依其規劃投單日投單如此可避免浪費 CCR 產能。以圖 4.5 的例子，此種規劃理念與方法不但該張訂單可多得到 4 天的緩衝時間增加彈性(可作為評估可否插入不預期之訂單)外，因訂單仍依其投單日投單可避免浪費 CCR 產能。

7. 評估多久就需要增加產能

不知道何時需要增大產能會導致太早增加費用/投資或(更嚴重)太晚而使客戶流失，因此公司必須在承諾的前置時間開始要變的太長前，仍有足夠的時間可以做評估。此需要建立一個產能提升評估機制，當銷售頗受過長的交貨期威脅時，就能快速啟動提升更多產能(人手甚至設備)。TOC 認為當承諾的前置時間開始要比標準前置時間長了，公司會開始碰到危害銷

售的風險(進入危險區)，而進入危險區所需的時間取決於 **CCR** 負荷向前移動的速度(而且期望持續向前移動)(如圖 4.6 所示)。此步驟結合 **ERP** 系統粗略產能管理機制(**Rough Cut Capacity Planning**)，可更清楚知道 **CCR** 負荷向前移動的速度，同時導出在多久 **CCR** 負荷就會進入危險區。

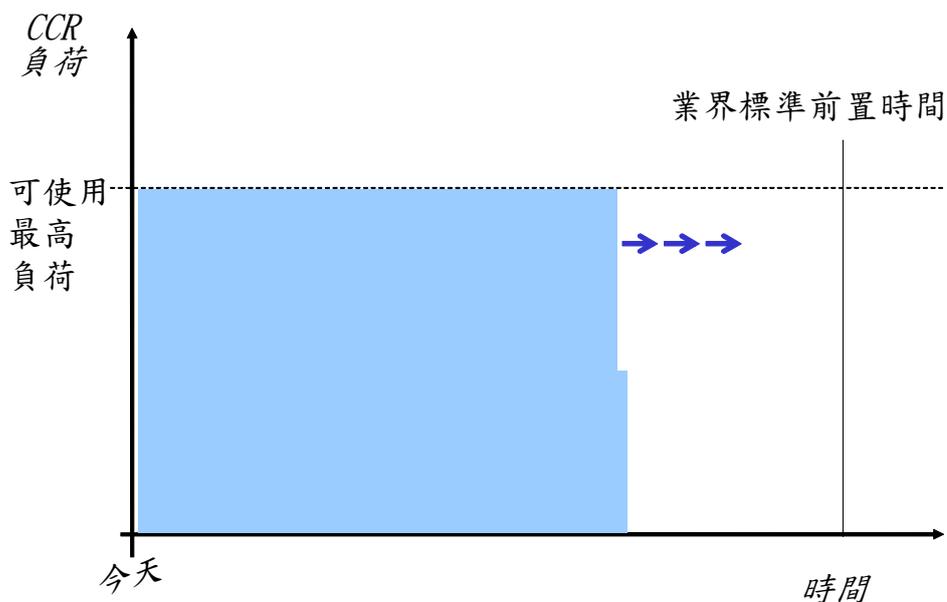


圖 4.6 增加產能評估示意圖

8. 產能擴充管理

當知道再多久就需要增加產能仍是不夠的，因為從決定要增大產能直到要增加的產能就位所需的時間，大大的取決於努力做準備的程度(不需要做最後承諾的所有行動)。TOC 認為當工廠是以 **S-DBR** 與 **BM** 來管理時，何種產能，何時需要擴充，需要擴充多少所需的知識是已具備的。擴充產能需要多少時間與做多少準備是取決於需要資源的類別，當可以做的準備工作皆完成，從做決策到增加的產能就位所需的時間會是相當清楚。因此作法是公司建立一個產能擴充部門，專門負責產能評估計畫，能夠在最短時間及時擴充產能。

9. 推行改善活動

TOC 認為大部分的部門(**Local**)改善建議如能使用好的工具(**TOC** 因果分析，**Lean and** 六標準差技術) 可以改善部門績效，但是許多時候，這些部門改善並沒有得到整體改善。TOC

認為通常公司實施 **S-DBR** 與 **BM** 可以將生產前置時間縮短一半。當依 **BM** 所給的部門(**Local**) 改善，**S-DBR** 可以很容易的將生產前置時間縮短到很有競爭力。因此 **TOC** 建議部門改善活動是由 **BM** 資訊來決定，**S-DBR** 緩衝時間根據改善成果作調整。當訂單侵蝕到其緩衝紅色區時記錄侵蝕原因(尋問此訂單在等什麼)，同時分析訂單對相同原因等待的次數(**BM** 分析)，此細心的紀錄與分析是指出在哪裡做改善會對整體改善最有意義深長的貢獻(特別是在縮短前置時間上)。因此作法是：公司以 **BM** 分析結果來管理部門改善計畫的推行。

10. 縮短生產前置時間

其實每一筆訂單的前置時間同時也受到已投入訂單的影響，他們有函數關係。縮短前置時間(從投單到交期日)需要縮短生產緩衝時間，因此即使以 **BM** 分析結果來管理部門改善計畫的推行，如果沒有採取行動縮短生產緩衝時間，那改善是浪費。作法是：當 <5% 的訂單侵蝕到生產緩衝紅色區，生產緩衝時間可以降低。

11. 對急單訂單負責

TOC 認為許多時候縮短生產前置時間還不足以保證快速交貨(因為生產前置時間中有一大部分是花在工單發到現場之前的等待時間)。我們知道當訂單插入排隊等候生產的訂單時，會傷害等候生產的訂單的交期，除非有預留產能給插入的訂單。如果訂單發到生產現場可以免除等待時間，則交貨的前置時間就等於生產的前置時間，如果可以將訂單的生產優先順序提到最高，則交貨的前置時間就可以遠低於生產的前置時間。因此我們必須保留足夠的產能提供作為快速交期訂單專用(此時一般訂單交期的訂定，必須依照扣除保留產能後，剩餘的產能作為計算交期的基礎)。

4.3.2 建立消費性產品製造商 ERP 系統的充分條件

圖 4.7 為本研究建議以 **TOC** 拉式配銷管理與庫存緩衝管理當作建立消費性產品製造商 **ERP** 系統之充分條件，包含步驟(1)~(5)，產能提升的必要條件與零組件製造商相同，本節謹探討為可得性而供貨及確保高的貨架效的必要條件。

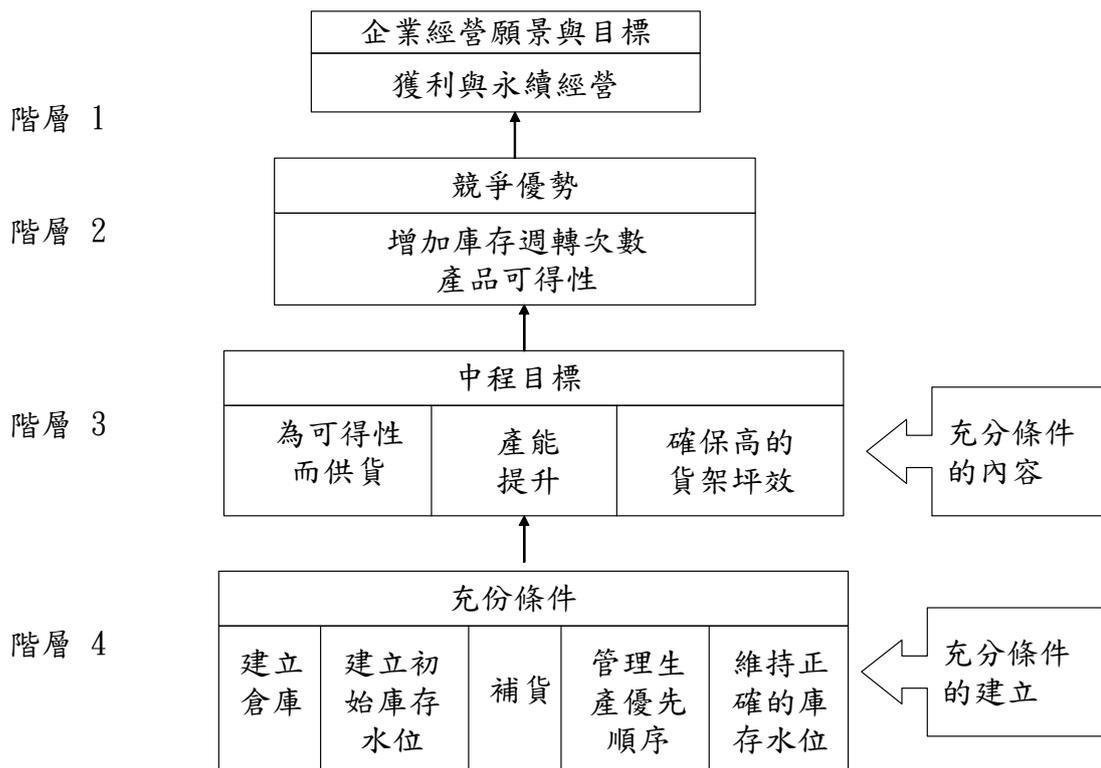


圖 4.7 消費性產品製造商建立ERP系統充分條件架構圖

1. 建立倉庫

TOC 認為驅動生產的是每天的消費量而不是預測的批量訂單，**S-DBR** 及拉式的配銷管理(輔之以各自的緩衝管理—時間與庫存數量)，只需頗低的成品庫存就可使公司提供極高的產品可得性。**TOC** 認為消費性產品製造商對客戶有越長的補貨時間(訂單前置時間+生產時間+運送時間)，客戶就必須備越高的庫存，同時有越高的缺貨機會，即使導入 **SDBR** 縮短生產前置時間縮短，問題仍然嚴重。此外許多時候，從工廠到客戶的運送時間很長(例如從中國到歐美國家採海運)。**TOC** 認為在倉庫擁有對的庫存可將補貨時間降到只剩運送時間(例如工廠倉庫可以將生產前置時間跟運送時間斷離，區域倉庫可以將工廠到區域倉庫的運送時間斷離)，因此消費性產品製造商如能如能在合適地點建立倉庫可使補貨時間顯著縮短。

2. 建立初始庫存水位

所有管理者皆知道在倉庫有太高的庫存會很容易積壓公司的現金，但是在倉庫有太低的庫存則會對客戶產生不佳的服務。消費性產品製造商如何在倉庫擁有相當小的庫存數量足夠

開始服務客戶就相當重要。**TOC** 認為對的庫存數量等於補貨時間內的使用數量乘以變異因素，越短的補貨時間越小的變異，越大的聚集(**aggregation**)越小的變異。補貨時間等於訂單前置時間(**order lead time**)加上供給前置時間，如客戶願意提供每日使用量可以降低訂單前置時間為一天。如有聚集的產品，建立工廠倉庫可以顯著降低工廠至客戶端的供給前置時間，如能縮減生產前置時間則可以縮短至工廠倉庫的供給前置時間。因此透過銷售單位提供客戶每一 **SKU(Stock Keep Unit)**的期待使用量，根據補貨時間設定初始目標庫存水位。此處需注意的是初始庫存建立所需的時間，須依多餘產能大小而定，根據所需的時間，銷售單位通知客戶何時補貨服務可以開始。

3. 補貨

光根據實際使用量(不是預測使用量)設立初始庫存水位是不夠的，必須根據實際使用量補貨，建立真正拉式系統(根據實際使用量運送)才能確保產品可得性。由於今天的 **IT** 技術(大部分情況)可讓客戶提供公司供應的產品的每天使用量，另外為了降低成本，運送的時間點也許會延一到兩天，以確保幾乎可以整車滿載運送(不同的 **SKU** 可以同車運送)，同樣如工廠未避免生產現場太多瑣碎事情，生產工單可以設定合理(仍是很小)生產批量補貨生產。因此補或方式是:只有需要補客戶使用量時才產生生產工單(依生產批量與整車滿載運送考量修正)。

4. 管理生產優先順序

由於使用量受到變異影響，因此當某一 **SKU** 補貨的工單仍在生產現場時，客戶對該 **SKU** 的需求變化也許會變很大，所以生產現場優先系統可以反映產品目前需求狀況。**TOC** 認為對補貨式生產的工廠生產現場，緩衝管理優先順序顏色的決定跟生產現場無關聯。某一 **SKU** 的某一張生產工單優先順序顏色跟客戶倉庫此一 **SKU** 庫存水位顏色有關聯(也考慮此一 **SKU** 已在生產的其它生產工單)。因此當客戶倉庫使用我們的產品，生產工單馬上產生(如有最小批量依其調整)，此生產工單優先順序顏色依據客戶倉庫此一 **SKU** 庫存水位決定(需考慮此一 **SKU** 已在生產的其它生產工單)(圖 2.15/第 23 頁)，同樣緩衝管理是生產現場唯一的優先順序系統。

5. 維持正確的庫存水位

當使用速率改變(變異狀況與補貨時間也會改變)，初始目標庫存可能會不適當，須隨著需求速率改變做調整，因此要持續監控每個庫存點的每一 **SKU** 的目標庫存水位，需要時作合適的調整。我們認為 **TOC** 庫存緩衝管理(數量)是一套健全的機制，可根據實際可得性水準調整目標庫存水位，確保相當低的庫存與高的可得性。因此可以應用庫存緩衝管理監控與調整每個庫存點的每個 **SKU** 的目標庫存水位(並作跟催決策)，目標庫存水位的增加跟使用量一樣起動相同的行動(產生生產工單)。

圖 4.3 與 4.7 為本研究所建議以 **TOC** 解決方案所發展的 **ERP** 系統充分條件，我們認為企業在導入 **ERP** 系統時如能夠落實這些充分條件，必能對整體效益的改善有顯著的貢獻，本研究稱具有 **TOC** 管理哲學與解決方案作為 **ERP** 系統的「充分條件」的 **ERP** 系統稱為 **TOC-ERP** 系統，藉由此充分條件的建構，建立企業決定性的競爭優勢，協助企業持續成長獲利。



五、TOC-ERP 系統整合架構之驗證

為了模擬驗證 TOC-ERP 系統可以增強典型 ERP 系統對整體績效改善的有效性，本研究採用 MICSS (The Management Interactive Case Study Simulator) 模擬系統，及該系統所建立具有零組件製造商特性的 ADV200 個案作為測試案例。由於本模擬系統具有各種營運策略與法則操縱模組的選擇，可設定各種情境進行模擬，並藉由資訊模組監測瞭解典型 ERP 系統與 TOC-ERP 系統的差異性。

5.1 ADV200 個案說明^{註3}

此模擬個案 ADV200(Schragenheim,2000)生產銷售 6 種標準產品 (分別為 A1、A2、B1、B2、C1 及 C2)，6 種產品的售價與市場可以接受的交期時間如圖 5.1 所示。工廠採接單式生產生產，各產品的生產前置時間約為 30~35 天，同業的交期亦為 30~35 天，潛在需求市場大，由於是標準產品(客戶主導選擇)，因此市場非常重視供應商的交期績效。產品有效產出(售價-真正的變動成本(材料))約為售價的 55%。



	Quoted Lead Time	Price	Safety Stock	Red Line Time
A1	35	350	0	0
A2	35	400	0	0
B1	35	275	0	0
B2	35	325	0	0
C1	30	350	0	0
C2	30	400	0	0

圖 5.1 個案產品售價與交期時間圖

註 3：ADV200 個案的詳細情境與模擬系統的設定操作，可以參考 Schragenheim Eli and Dettmer, H. William, Manufacturing at Warp Speed - Optimizing Supply Chain Financial Performance, The St. Lucie Press/APICS on Constraints Management, 2000.

6 種產品生產流程/標準工時如圖 5.2a 所示(謹部份流程)。工廠有 7 個工作中心 (如圖 5.2b 所示，代號為 GT、MA、MB、MC、MD、AS 及 PK)，GT 與 PK 有兩台，其餘皆為一台。工廠目前採傳統生產管理模式，重視的是生產效率，有料就投單 (**Immediate release**)，為節省工作中心更換線(**setup**)的時間，工作中心的派工法則是採節省更換線，同時生產批量等於搬運批量的運作模式。另外，為了減少規劃的麻煩，生管採一週排一次生產工單，並設定最小生產批量為 120 個。工廠目前每天採一班次工作，每星期工作 5 天，如有必要公司可以採行加班制，但是每加班一個班次需增加 \$3,409 營運費用 (**Operating Expense**)。目前影響生產最大的設備為 MB 工作中心，負荷約為 77%。工作中心會不預警的停機，需要進行維修。

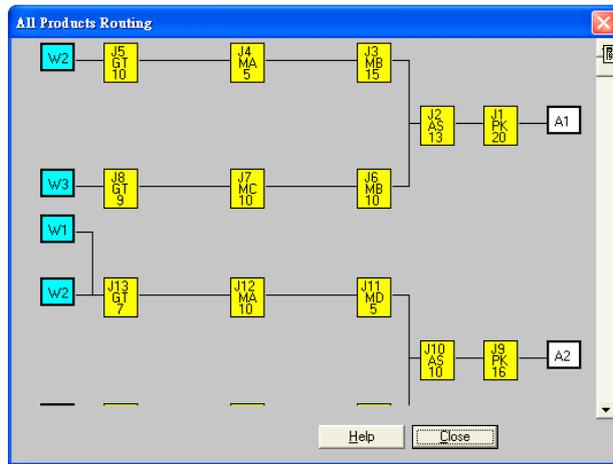


圖 5.2A 產品生產流程/標準工時圖



圖 5.2B 工作中心示意圖

生產此 6 種產品需要使用到三種材料分別為 W1、W2 及 W3。目前採用最高與最低 (**Min-Max**) 庫存管理模式管理(如圖 5.3a 所示)。有兩種供應商可供給材料，一般供應商速度很慢且不可靠，快速供應商快但是費用約貴 7% ~ 10%(如圖 5.3b 所示)。

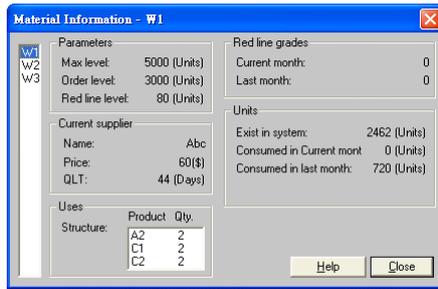


圖 5.3A 材料庫存管理模式示意圖

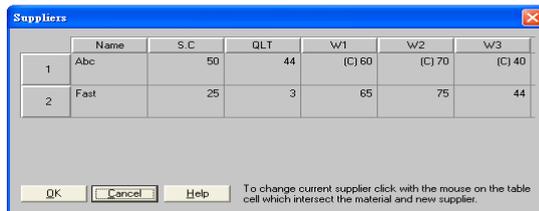


圖 5.3B 材料供應商示意圖

公司去年 (2007) 年營業額為 \$2,349,475，虧損 \$255,999。唯一值得欣慰的是工廠交期績效表現很好，去年交期績效為 100%。銀行信用約為一百萬可作為增購設備之需。表 5.1 為其 2007 年之年度財務報表。此公司已導入 ERP 系統，相關管理資訊皆可及時取得且正確。但是如前面的描述，相關部門的營運法則在導入 ERP 系統後並沒有做改變。

表 5.1 模擬個案 2007 年財務報表

Profit and Loss Statement

With added value on FG and WIP

Sales.....	2,349,475
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	1,064,400
Direct labor.....	480,000
Production expenses.....	120,000
Depreciation.....	307,726
Production cost.....	1,972,126
Increase in FG inv.....	-116,665
Increase in WIP.....	145,292
Gross profit.....	405,976
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	-98,024
Finance expenses.....	157,975
Profit before taxes.....	-255,999
Net profit.....	-255,999

5.2 ERP 系統是必要但非充分模擬驗證

此公司雖然交期績效表現優良，但是獲利情況很差，由於目前最可能造成的瓶頸設備為 MB 工作中心，負荷約為 77%，我們知道限制在於沒有足夠的訂單(市場)，我們需要獲得更多訂單才能轉虧為盈。許多公司在訂單不足，且獲利不佳時，為了要獲得更多訂單會採行降價方式。雖然降價方式可以獲得更多訂單，但是相對也會侵蝕利潤。

情境一：全面降價方案

為了測試此改善策略，我們採行行全面降價 5%與 10%兩方案，各執行 ADV200 一年，結果顯示幫助不大，表 5.2 為全面降價 5%方案執行一年之結果(財務報表)，年營業額降為 \$2,300,235，虧損加大為 \$358,787。由於降價方案並未帶來業績增加，因此交期表現可維持很好的績效。根據此降價方案的結果，我們可以做一假設：市場要的不是價格，而是更短且可靠的交期時間，但是我們必須對市場作測試才知道。

表5.2 採取全面降價(5%)執行一年後財務報表

Profit and Loss Statement

With added value on FG and WIP

Sales.....	2,300,235
	=====
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	1,072,800
Direct labor.....	480,000
Production expenses.....	120,000
Depreciation.....	307,725
Production cost.....	1,980,525
Increase in FG inv.....	92,119
Increase in WIP.....	-96,015
Gross profit.....	315,814
	=====
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	-188,186
	=====
Finance expenses.....	170,601
Profit before taxes.....	-358,787
	=====
Net profit.....	-358,787
	=====

情境二：縮短交期時間方案

為了測試市場需要的是更短的交期時間的假設，我先採行全面縮短交期時間 5 天，執行

ADV200 一年，獲利雖有改善但不顯著，交期績效仍能維持很好，表示產能仍是足夠的。繼續執行 **ADV200** 第二年，市場開始反映，營業額增大公司轉虧為盈，交期表現仍可維持很好的績效。因此繼續依此策略執行 **ADV200** 第三年，營業額雖然可以繼續增大，但是交期績效卻開始變差(**CCR** 產生或缺料)，獲利還可維持，表 5.3 為全面縮短交期 5 天方案第三年的財務報表，年營業額為**\$2,525,125**，盈餘可為**\$46,151**。繼續執行第四年，由於市場對交期績效非常敏感，以致交期績效一變差，市場下單數量會變少，營業額與獲利會急速下跌，所得到的結果卻比原先的結果還差。

表5.3 全面縮短交期5天執行三年後財務報表

Profit and Loss Statement

With added value on FG and WIP

Sales.....	2,525,125
	=====
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	1,086,000
Direct labor.....	480,000
Production expenses.....	120,000
Depreciation.....	306,541
Production cost.....	1,992,541
Increase in FG inv.....	-30,347
Increase in WIP.....	-14,783
Gross profit.....	487,454
	=====
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	-16,546
	=====
Finance expenses.....	-87,548
Profit before taxes.....	71,002
	=====
Net profit.....	46,151
	=====

以上的模擬皆是假設管理者不介入下的執行結果。其實 **MICSS** 模擬系統隨時可以提供各種管理資訊(**ERP** 系統功能)供管理者參考，管理者可根據結果採取趕工，加班，材料跟催等行動確保交期績效。然而這些資訊大部分是落後指標資訊，以致交期表現開始變差時才知道做決策採取行動，為時以晚。付出的代價是必須等到交期績效恢復原來水準(因為訂單減少)，市場才會再下單。此模擬再度驗證**(1) ERP** 是必要但非充分，**(2) 4.3.1** 節所陳述之零組件製造商 **ERP** 系統所需之充分條件是必要的。

5.3 TOC-ERP 系統整合模擬驗證

5.2 節裡的所有模擬情境皆沒有挑戰現有的營運法則。當我們檢視 **ADV200** 所採行的營運法則，我們發現系統存在追求局部效益而不是整體效益的營運法則：

- (1) 工作中心為節省換線時間，採生產批量等於搬運批量營運模式。
- (2) 工作中心生產優先順序是採節省換線時間派工法則。
- (3) 為節省換線時間，增大工作中心效率，工廠訂定最小批量法則。
- (4) 為節省規劃次數，規劃單位採行一星期做一次計畫，每星期一釋放工單給生產現場生產。
- (5) 採購部門為節省成本，採跟低價長交期且交期不穩之供應商採購。
- (6) 採購部門採行 **Min-Max** 在訂購點方式採購材料。
- (7) 生產沒有預警機制，無法預先知道定單會遭受延遲提前採取行動。
- (8) 採購部門有預警機制，無法預先知道可能會缺料提前採取行動。

情境三：營運法則改變

為了驗證 **TOC** 所倡導的整體觀管理觀念，我們首先將追求局部效益的營運法則第(1)項到第(4)項，改為以追求整體效益的營運法則：**(1)**採用工作中心以追求整體效益為考量的 **EDD(Early Due Date)** 派工法則，同時搬運批量可以不等於生產批量；**(2)** 規劃單位採行一星期做一次計畫改為有訂單來就做計畫。此營運法則的改變主要是落實以交期為主要績效的考量。執行模擬四年，得到非常顯著的改善效果(如表 5.4)。

表5.4 以交期為考量模擬四年的財務報表

<i>Profit and Loss Statement</i>	
<input checked="" type="checkbox"/> With added value on FG and WIP	
Sales.....	2,847,500
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	1,261,200
Direct labor.....	480,000
Production expenses.....	120,000
Depreciation.....	307,725
Production cost.....	2,168,925
Increase in FG inv.....	14,993
Increase in WIP.....	-8,983
Gross profit.....	684,585
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	180,585
Finance expenses.....	-187,777
Profit before taxes.....	368,362
Net profit.....	239,435

因為得到不錯的結果，我們決定繼續再縮短交期時間 **5** 天看執行情況。執行結果第一年就得到非常顯著的改善，交期績效也維持的很好。繼續執行一年，一開始營業額繼續增大，但是交期績效卻開始變差(**CCR** 產生或缺料)，又落入跟情境二的惡性循環困境。情境二與三告訴我們因為訂單量增加 **CCR** 會產生(或缺料)，交期績效會變差，我們必須知道如何管理 **CCR** 與缺料問題。除了要知道如何管理 **CCR** 外，我們還需要有預警機制知道及時做決策採取行動。我們需要改變第**(5)**項到第**(8)**項的營運法則。我們在生產線加入 **TOC S-DBR** 與緩衝管理機制，在採購部門加入 **TOC** 拉式庫存管理方法。

情境四：營運法則改變

表 **5.5** 為舊營運法則與新營運法則的比較，執行 **ADV200** 四年，到第四年公司可以獲得相當大的利潤，交期績效仍然維持 **100%**可靠(如表 **5.6**)。由於營運法則的改變我們可以轉虧為盈，因此我們嘗試繼續縮短交期時間，測試獲利能力。我們決定縮短交期時間至 **20** 天，執行 **ADV200**，當執行到第三個月時 **CCR** 產生，此時如果沒採取適當行動，勢必會傷害交期績效，傷害到獲利能力。我們需要負荷管理，需要提升產能，再度驗證第四章所提充分條件的重要性，我們需要有整體營運管理策略，我們需要建立 **ERP** 系統的充分條件。

表5.5 營運法則比較表

模組		典型ERP	TOC-ERP
市場 模組	product parameter	市場交期	縮短交期
生產 模組	raw material release	Immediate release/ MRP	DBR/ S-DBR
	wrk-ctr policy/ Dispatch	save setup/ FIFO	EDD
	wrk-ctr policy/ wo acceptance	Complete	Partial
	work order planning	large batching size	small batch size
	red level policy	no	yes
採購 模組	material parameter	max level / order level	max level
	red level policy	no	yes

表5.6 個案情境四第四年財務報表

Profit and Loss Statement

With added value on FG and WIP

Sales.....	2,636,050
	=====
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	1,192,000
Direct labor.....	480,000
Production expenses.....	120,000
Depreciation.....	307,725
Production cost.....	2,099,725
Increase in FG inv.....	18,876
Increase in WIP.....	14,338
Gross profit.....	569,539
	=====
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	65,539
	=====
Finance expenses.....	-357,909
Profit before taxes.....	423,448
	=====
Net profit.....	275,241
	=====



情境五：以 TOC 作為 ERP 充分條件達成可行願景

Goldratt 博士在 2004 年提出可行願景改善思維，Goldratt 博士認為許多企業如能建立決定性競爭優勢，以四年後的淨利等於第四年的年營業額並不是夢想。根據情境一到四的測試，我們知道如果能夠持續降低交期時間，我們可以打破市場限制，我們應該有機會再四年內達成可行願景。問題是如何持續維持可靠的交期績效？我們需要有整體營運管理策略，我們需要建立 ERP 的充分條件。本研究假設一個企業如能依循 TOC-ERP 系統的營運法則管理企業，應該可以達成可行願景。為測試此假設，本研究以 ADV200 為例提出如何建立決定性競爭優勢，並模擬四年看是否可以得到可行願景。

首先我們需要知道要多大的營業額才能達成可行願景？我們的目標是四年後的淨利(NP)等於今年的營業額。根據限制理論的觀點， $NP(\text{利潤}) = T(\text{產出}) - OE(\text{營運費用})$ ，目標是現在的營業額等於四年後的淨利(NP)。根據圖 5.4 的財務報表，T 約是現在的營業額的 55%，OE 則約是現在的營業額的 65%，公司虧損約為營業額的 10%。假如我們增大現在營業額的三倍，同時 OE 維持不變，我們可以達成目標。計算方式如下：

$T = 3 \times \text{現在營業額} \times 0.55 = 1.65X \text{ 現在營業額}$

$OE = \text{現在營業額} \times 0.65$

$NP = T - OE = 1.65X \text{ 現在營業額} - 0.65X \text{ 現在營業額}$

然而，從情境四我們知道我們需要增大產能才能滿足市場需求得到可行願景，由於需要增大產能因此 **OE** 會顯著的增加。**ADV200** 有兩種方式增加產能：(1)增開第二班制，由於每開第二班制一天需增加 **OE \$3,400**，因此果開一年約需**\$900K**。(2) 光增加一個班制的產能還是不足以得到可行願景，我們須要增加設備投資。假設增購新設備折舊期為五年，約需增加 **6** 部機器，投資約 **\$1M** 約每年**\$200K** 的 **OE**。增加設備需要增加人員，需要增加 **6** 人每每人一年約 **\$53K OE**，每年約需**\$320K**，總共約需增加**\$500K** 的 **OE**。根據需要增加的 **OE**，我們估計要達成可行願景目標，營業額約需成長四倍。

這不是一件容易的事，我們需要有策略與戰略。因為市場是限制，我們必須以滿足客戶重要需要建立競爭優勢。我們的策略是不採取降價吸引客戶下單，而是建立縮短交期時間的競爭優勢來滿足客戶的重要需求。首先需顯著的將交期時間從 **30-35** 天縮短為 **15** 天才能吸引更多客戶下單，如縮短交期時間可吸引更多客戶下單，則持續縮短交期時間吸引更多客戶下單，最終希望改為計畫性生產(**Make to Stock**)，交期時間可以縮到最有競爭--客戶下單直接由倉庫出貨。

工廠生產要如何全力配合建立競爭優勢？為了達成願景，生產不能是限制，否則無法全力配合市場策略。生產將採用新的營運法則，生產緩衝時間設定為 **15** 天時間，合理生產批量設定為 **40** 個，每天皆可投訂單生產。工廠以 **TOC** 的 **S-DBR** 與緩衝管理來決定生產訂單交期與投料生產時間(抑制投單管理)，當生產工單在紅色緩衝區尚未生產完畢入庫，緩衝管理會提出預警讓管理者可採取適當行動(訂單優先順序管理)。因為生產不能是限制，所以當 **MB** 工作中心快成為瓶頸時，我們先採第二班制打破產能限制(**CCR** 管理與產能提升)。將產能負荷狀況讓業務知道，讓他們知道何時可以持續縮短交期時間吸引更多客戶下單。生產單位監控產能負荷狀況，知道新瓶頸設備何時會出現，提早添購設備消除瓶頸。前兩年以持續縮短交期時間方式採接單方式營運，當交貨期時間縮到很短時間(例如 **3** 天)，改採計畫性生產備成品庫存 (以消費性產品管理模式運作)滿足客戶需求。客戶下訂單由成品倉庫出貨，

工廠改採補庫存生產模式，成品倉庫出多少工廠就生產多少補庫存，成品倉庫做動態緩衝管理在必要時調整目標庫存。

為了達成願景，物料也不能是限制，否則無法全力配合市場策略。採購採 **TOC** 拉式補貨與緩衝管理方法來管理物料，訂購批量為 **1,000**，做動態緩衝管理隨著需求調整目標庫存，當庫存在紅色緩衝區時改跟快速供應商下緊急訂單。如下緊急訂單次數頻繁調高目標庫存水位。

第一年情境

首先將市場交期時間從 **35** 天縮短為 **15** 天增加競爭力爭取更多訂單。生產改採 **TOC S-DBR** 與緩衝管理模式，生產緩衝時間設定與交期時間一樣 **15** 天，緩衝時間為 **5** 天，生產批量為 **40** 個。派工法則為 **EDD**，生產批量不等於搬運批量。

模擬過程是依限制理論的手法，逐步找出解決限制的法則，從第一個月的模擬結果，驗證 **S-DBR** 生產模式是可以提升業績與利潤的可行方案，但是產能不足。為了增加產能在第二個月模擬前，先改為兩班制的方式進行生產。並讓業務銷售人員了解產能負荷，知道何時可以持續縮短交期，吸引訂單。持續執行兩個月，交期非常穩定限制仍在市場，因此可以繼續將交期再縮短(交期時間=**12** 天，**Red Line=4** 天) 擴大市場佔有率。另一方面，系統必須能監控產能負荷狀況，知道瓶頸設備，當市場需求增加，相對的產能必須再增加，因此於第四個月後檢查產能負荷狀況，決定採購新設備(**MB** 設備)以擴充產能。繼續執行兩個月，情況不錯但是常常有需要趕工信號出現(**Red Line** 趕工信號出現)。檢查原因是因為缺料造成，因此決定對材料採購改採 **TOC** 拉式方式運作，目標庫存設定為 **6000**，低於 **2000** 就預警以便採取行動，採購批量為 **1,000**。再執行一個月，情況很好同時有多餘產能，因此決定利用多餘產能逐漸建立一些安全庫存量，決定所有產品建立 **40** 個安全庫存量(如圖 5.4 所示)。繼續執行一個月情況仍維持很好且一樣有多於產能，決定對需求較大的產品 **B1** 與 **B2** 增大安全庫存量到 **80** 個。繼續執行一個月，交期績效仍是非常可靠，決定持續縮短交期時間(交期時間=**10** 天，**Red Line=3** 天)。執行一個月交期績效仍是非常可靠，決定持續縮短交期時間(交期時間=**8** 天，**Red Line=3** 天)。以此情況執行至年底結果非常的好，營業額增大為為 \$ **6,012,900** ;盈餘: \$ **685,055**，如表 5.7 所示，詳細情境的參數操縱參考表 5.8。第一年的結

果驗證企業是可以善用 ERP 系統的充分條件，來增強企業的決定性競爭優勢。

	Quoted Lead Time	Price	Safety Stock	Red Line Time
A1	12	350	40	4
A2	12	400	40	4
B1	12	275	40	4
B2	12	325	40	4
C1	12	350	40	4
C2	12	400	<input type="text" value="40"/>	4

Buttons: OK, Cancel, Help

圖 5.4 個案產品建立安全庫存圖

表5.7 個案情境五第一年財務報表

Profit and Loss Statement

With added value on FG and WIP

Sales.....	6,012,900
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	2,665,556
Direct labor.....	1,206,858
Production expenses.....	301,711
Depreciation.....	363,725
Production cost.....	4,537,850
Increase in FG inv.....	245,917
Increase in WIP.....	-100,399
Gross profit.....	1,620,568
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	1,116,568
Finance expenses.....	62,636
Profit before taxes.....	1,053,932
Net profit.....	685,055

表 5.8 情境五第一年的參數操縱表

月分	變更策略原因	市場模組	生產模組	採購模組	策略變更後的情境
1	擴大市場 增加利潤	QLT=15, Red line =5	S-DBR, Buffer=120 , EDD, Partial WO, Fix interval, Batch size = 40		產能不足
2	增加產能		兩班制		營運正常
3					營運正常
4	擴大市場	QLT=12, Red line =4			MB 設備產能不足
5	增加產能		添購 MB 設備		營運正常
6					備料不足
7	需求驅動模式			7000, 6000, 2000	考量產品安全庫存
8	備安全庫存	safe stock = 40			考量產品安全庫存
9	修訂安全庫存	safe stock B1,B2,C2= 80			可以擴大市場
10	擴大市場	QLT=10, Red line =3			可以擴大市場
11	擴大市場	QLT=8, Red line =3			營運正常
12					營運正常

第二年情境

由於第一年獲得非常棒的結果，也證明持續縮短交期時間並維持可靠的交期績效，市場的回饋是訂單的持續增加。為了達成可行遠景目標，我們將透過持續降低交期時間獲得更多的市場訂單。在執行開始前，我們先檢查產能負荷狀況，發現 **GT** 機器需要提升產能，我們決定增購一台 **GT** 機器。持續執行兩個月交期仍維持的非常好，檢查產能負荷狀況 **PK** 機器需要提升產能，我們決定增購一台 **GT** 機器。執行第三個月後狀況仍然維持的很好，我們決定縮短交期時間(交期時間=6 天，**Red Line=2** 天)。執行第四個月後需求顯著增大，檢查產能負荷狀況狀況 **MD/MC/AS** 皆需要需要提升產能，我們決定各增購一台。另外透過緩衝管理我們也發現跟催機率增高(原因是缺料)，因此我們決定調高材料目標庫存為 **9000** 低於 **3000** 就預警以便採取行動。持續執行兩個月交期仍維持的非常好，我們決定縮短交期時間(交期時間=4 天，**Red Line=2** 天)。繼續執行兩個月測試市場反應，需求持續增加，產能負

荷良好交期仍然維持可靠。我們決定繼續縮短交期時間(交期時間=3 天，Red Line=1 天)，並執行至第二年結束。市場反應非常的好，第二年年營業額 \$9,224,250; 盈餘: \$1,320,422(如表 5.9 所示)。詳細情境的參數操縱參考表 5.10。

表5.9 個案情境五第二年財務報表
Profit and Loss Statement

With added value on FG and WIP

Sales.....	9,224,250
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	4,023,122
Direct labor.....	1,760,117
Production expenses.....	440,014
Depreciation.....	497,725
Production cost.....	6,720,978
Increase in FG inv.....	42,278
Increase in WIP.....	24,263
Gross profit.....	2,485,257
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	1,981,257
Finance expenses.....	50,162
Profit before taxes.....	2,031,419
Net profit.....	1,320,422

表 5.10 情境五第二年的參數操縱表

月分	變更策略原因	市場模組	生產模組	採購模組	變更後的情境
1	增加產能		添購 GT 設備		營運正常
2					產能不足
3	增加產能		添購 PK 設備		營運正常
4	擴大市場	QLT=6, Red line =2			產能不足
5	增加產能 提高材料庫存		添購 MD / MC / AS 設備	10000 9000 3000	營運正常
6					營運正常
7	擴大市場	QLT=4, Red line =2			營運正常
8					營運正常
9	擴大市場	QLT=3, Red line =1			營運正常
10					營運正常
11					營運正常
12					營運正常

第三年與第四情境

經過兩年的努力，此虛擬企業已建立了決定性競爭優勢的 ERP 系統充分條件，交期已可以縮短至非常的短，同時在第二年時我們也利用多餘的產能在第六與十二個月建立了成品庫存，因此我們決定營運模式改採消費性產品模式。我們備足夠庫存滿足客戶需求，客戶需求直接由誠品倉庫出貨，生產模式改採賣多少生產多少。工廠補貨時間約為 15 天，根據前兩年的需求狀況，產品的目標庫存與預警數量設定為 80-30, 120-40, 120-40, 120-40, 80-30, 100-35。執行一年結果為年營業額 \$10,695,875；盈餘: \$ 2,074,055(如表 5.11 所示)，第三年結束幾乎已快接近可行願景目標。我們決定以第三年的情境持續執行第四年，執行結果為年營業額 \$10,883,700；盈餘為\$ 2,622,759(如表 5.12 所示)。公司得到可行願景，且成為一家有決定性競爭優勢的企業。

表5.11 個案情境五第三年財務報表

Profit and Loss Statement

With added value on FG and WIP

Sales.....	10,695,875
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	4,777,390
Direct labor.....	1,945,482
Production expenses.....	486,344
Depreciation.....	495,810
Production cost.....	7,705,026
Increase in FG inv.....	94,583
Increase in WIP.....	27,331
Gross profit.....	3,112,763
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	2,608,763
Finance expenses.....	582,092
Profit before taxes.....	3,190,855
Net profit.....	2,074,055

表5.12 個案情境五第四年財務報表
Profit and Loss Statement

With added value on FG and WIP

Sales.....	10,883,700
Cost of goods sold:	
Raw materials consumed.....	4,852,230
Direct labor.....	1,954,426
Production expenses.....	488,581
Depreciation.....	497,725
Production cost.....	7,792,962
Increase in FG inv.....	54,500
Increase in WIP.....	49,736
Gross profit.....	3,194,974
Marketing and sales expenses.....	144,000
Management and general expenses.....	360,000
Profit before finance.....	2,690,974
Finance expenses.....	-1,344,040
Profit before taxes.....	4,035,014
Net profit.....	2,622,759



六、結論與後續研究建議

6.1 結論

本研究主要是探討驗證 **Goldratt** 博士所提「**ERP** 系統是必要但不足夠」的論點，提出如何應用 **TOC** 管理哲學與解決方案作為 **ERP** 系統的充分條件，補足 **ERP** 系統不足夠部分，以強化 **ERP** 系統導入績效的有效性與可行性。研究中也提出 **TOC-ERP** 系統架構，並以 **MICSS** 模擬個案 **ADV200** 驗證 **TOC-ERP** 系統的正確性與可行性。

本研究首先藉由訪談調查與導入實例研究驗證 **Goldratt** 博士所提「**ERP** 系統是必要但仍然不足夠」的論點。訪談結果普遍認為典型 **ERP** 系統在系統功能方面例如資料的取得速度與正確性等有絕對性的幫助，也就是只能協助解決作業流程效率，但是仍無法解決「以局部資訊做決策的」的限制，因此對企業整體績效的提昇並無直接明顯的幫助。大部分受訪者認為有效產出的提昇與 **ERP** 系統是沒有直接關係，**ERP** 系統導入前和導入後，各種管理法則並沒有隨著 **ERP** 導入而修正。導入實例研究也驗證導入 **ERP** 系統有其「必要性」，然而在相對的預期成效方面仍存者顯著落差現象，顯而易見的是「仍然不足夠」。落差包括：**(1)** 導入 **ERP** 系統無法確認可以協助突破企業瓶頸或限制；**(2)** 導入 **ERP** 系統所增加的效益似乎有限；以及**(3)****ERP** 系統的導入無法降低管理階層資訊不足的現象、需要花費許多時間在溝通協調。兩受訪公司皆期盼 **ERP** 系統應建構一些充分條件，以便能夠更明確的協助企業提升決定性競爭力。除了訪談調查與導入實例研究外，研究過程也以 **TOC** 整體觀思維探討生產管理、配銷管理與管理者決策行為的核心問題，這些核心問題是目前 **ERP** 系統無法化解的。**ERP** 系統所欠缺的就是如何加入更多的充分條件來化解這些核心問題，此也呼應了受訪者對「**ERP** 系統是必要但仍然不足夠」的看法。訪談調查、導入實例研究與 **TOC** 整體觀思維分析 **ERP** 系統充分條件充分証了 **Goldratt** 博士所提「**ERP** 系統是必要但仍然不足夠」的，**ERP** 系統需要充分條件。

其次，本研究提出能夠協助企業持續成長獲利作為定義 **ERP** 系統充分條件的基礎，要能夠幫助企業持續成長獲利之先決條件，必須要能建立決定性的競爭優勢，而唯有透過滿足客戶至少一項重要需求，才能有決定性的競爭優勢。由於本研究的對象是以製造業為主，而

大部分的製造業從其生產的產品與客戶的角度來看可分為兩類：一類為零組件製造商，主要是供應零組件給其它製造商；另一類為消費性產品製造商，其客戶為品牌商或通路商或零售商。透過實務訪談與驗證：**(1)** 交期可靠與快速回應是零組件製造商客戶的重要需求；**(2)** 而消費性產品製造商客戶的重要需求是庫存週轉次數與產品可得性。受訪者也同意滿足客戶重要需求將可建立企業的決定性競爭優勢，使公司持續成長獲利。然而滿足客戶重要需求，應有明確的充分條件內容(中程目標)。本研究提出零組件製造商滿足交期可靠與快速回應的中程目標為：**99%** 交期績效、工作負荷控制、產能提升、持續縮短交期時間與緊急單負荷管理。而滿足消費性產品製造商是庫存週轉次數與產品可得性的中程目標為：可得性而供貨、產能提升、確保高的貨架坪效。有了中程目標後，本研究進一步提出以：**(1) TOC 的 S-DBR 與緩衝管理**當作建立零組件製造商 **ERP** 系統之充分條件，包含：抑制投單管理、訂單優先順序管理、**CCR** 管理、關鍵材料管理、承諾訂單交期日、不要浪費任何機會、評估多久就需要增加產能、產能擴充管理、推行改善活動、縮短生產緩衝時間、緊急單負荷管理等；**(2) TOC 的拉式配銷與庫存緩衝管理**當作建立消費性產品製造商 **ERP** 系統之充分條件，包含：建立倉庫、設定初始庫存目標、補貨、生產訂單優先順序管理、動態調整目標庫存。我們稱具有此充分條件的 **ERP** 系統稱為 **TOC-ERP** 系統，藉由此充分條件的建構，建立企業決定性的競爭優勢，以協助企業持續成長獲利。

最後，本研究以 **MICSS** 軟體模擬分析驗證 **TOC-ERP** 系統具有「必要與充分條件」的效益，來說明企業應藉由限制理論的計劃管理與緩衝管理機制，妥善運用資源以克服企業面對複雜環境中不確定性的市場需求。並藉由五種情境模擬驗證說明 **TOC-ERP** 系統的有效性。

6.2 後續研究建議

本研究只是一個開始，只從 **ERP** 系統在生產與配銷兩議題探討如何應用 **TOC** 來強化其充分條件。其實從研究中我們也發現數個重要議題值得後續作深入研究：

1. **ERP** 系統在產銷規劃協調中扮演重要角色，傳統產銷協調皆是以供需平衡為產銷規劃協調的準則，此準則是業務與生產的角度。但是產銷規劃協調裡還有一個重要的任務是最大化公司的利潤，從財務(或股東)角度看。**TOC** 曾提出產品組合最大化獲利觀念(如圖 3.5 PQ 例子)，如何將此觀念結合到 **ERP** 系統在產銷規劃協調中，強化更大獲利競爭優

勢是值得後續研究。

2. 交期可靠是生產製造為導向公司一直努力的目標，也是學術研究專注的議題，但是為什麼仍是很難做到？**TOC** 認為主因是：(1) 承諾交期時沒有考慮 **CCR** 產能負荷，或有但沒有做的有效；(2) 即使承諾交期時有考慮 **CCR** 產能負荷，但是生產線因追求局部效率每有以交期交績效為中心目標，做錯順序造成交期績效受害。此兩主要在許多 **TOC** 成功案例皆一再的被強調，但是如何透過嚴謹的學術研究證明值得後續研究。
3. **S-DBR** 與緩衝管理觀念簡單可行，但是還是受許多質疑。最大質疑是在較為複雜的環境例如有回流，有次瓶頸等仍能應用嗎？進一步證明 **S-DBR** 與緩衝管理觀念在複雜的環境也是一樣有效，或需要做哪些修正值得後續研究。



參考文獻

壹、中文部份

1. 王立志(2006),「系統化運籌與供應鏈管理」,滄海書局。
2. 王傳順(2007),“S-DBR應用於具迴流特性製造業之可行性研究”,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。
3. 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。
4. 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。
5. 李榮貴(2006),“TOC 產出觀與配銷供應鏈管理講義”,新竹。
6. 李榮貴(2008),“以實驗驗證交期績效不良之主因”,新竹(規畫發表於 IJPR)。
7. 李虹慧、蔡志弘、李榮貴、羅展興(2006),“以產出為基準的決策支援系統”,機械工業雜誌,2006,04,145~157 頁。
8. 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。
9. 林書弘(2006),“以限制理論為基礎的配銷遊戲”,國立交通大學工業工程與管理系所碩士論文。
10. 高德拉特(2002),「關鍵鏈-突破專案管理的瓶頸」,羅嘉穎譯,羅鎮坤審定,天下遠見出版股份有限公司出版。
11. 高德拉特(1997),「絕不是靠運氣」,周伶利譯,羅鎮坤審定,天下遠見出版股份有限公司出版。
12. 袁國榮(2004),“強化限制理論 Demand-Pull 補貨模式之研究”,國立交通大學工業工程與管理系所博士論文。
13. 黃建智(2006),“以限制理論來審視企業資源規畫系統的困境”,國立交通大學工業工程與管理系所碩士論文。

14. 張畹菁(2004)，“晶圓代工廠限制驅導式生產管理系統之應用”，國立交通大學工業工程與管理系所碩士論文。
15. 傅豪、蔡志弘、李榮貴、羅展興(2006)，“IC Design house 之庫存管理改善研究”，機械工業雜誌，2006,01, 103~123 頁。
16. 蔡志弘(1997)，“零工型工廠交期設定模式之構建”，國立交通大學工業工程與管理系所博士論文。

貳、英文部份

1. Aladwani, A.M. (2001) “Change management strategies for successful ERP implementation”, *Business Process Management Journal*, Vol. 7, No. 3, pp. 266 - 275.
2. Al-Mashari, M. (2003) “A Process Change-Oriented Model for ERP Application”, *International Journal of Human-computer interaction*, Vol. 16, No. 1, 2003, pp.39-55.
3. AMR Research (2000) “PR Newswire – Spring Executive Conference”, AMR Research Inc.
4. APICS (1998) “APICS Dictionary”, The 9th edition.
5. Blackstone, J.H. (2001) “Theory of constraints - A Status Report”, *Intrnational Journal of Production Research*, Vol. 39, No. 6, pp1053-1080.
6. Farid, H. (2006) “The future of ERP”, ORACLE Europe, Middle East &Africa. from <http://www.tocico.org/files/public/>
7. Goldratt, E. M. (1990) “The Race”, NY; North River Press.
8. Goldratt, E. M. (1997) “Critical Chain”, NY; North River Press.
9. Goldratt, E. M., Schragenheim, E., & Ptak, C.A. (2000) “Necessary but not

sufficient”, The North River Press.

10. Goldratt, E. M. (1990) “The Theory of Constraints”, The North River Press.

11. Goldratt, E. M. (1990) “What is the thing called theory of constraints and how should it be implemented”, The North River Press.

12. Goldratt, E. M. (2006) “The Strategy & Tactic trees- Consumer Goods- Viable Vision implementations”

13. Kale, V. (2000) “Implementing SAP/R3– The Guide for Business and Technology Managers”, SAMS Publishing.

14. Kraemmerand, P., Moller, C., & Boer, H. (2003) “ERP implementation: an integrated process of radical change and continuous learning”, *Production Planning & Control*, Vol. 14, No. 4, pp.338-348.

15. Landergren, P. (2000) “ERP will die and give way to e-commerce researcher says”, INFOWORLD News.

16. Lee, H.L. and Pandiarajan, V. (1997) “The bullwhip effect in supply chain”, *Sloan Management Review*, Vol. 38, No. 3, pp.93-102.

17. Lo, C.H., Lin, Y.H., Tsai, C.H., & Li, R.K. (2003) “A case study of ERP Implementation for PCB manufacturer”, *The Asian Journal on Quality*, Vol. 4, No. 1, pp.160-174.

18. Lo, C.H., Tsai, C.H., & Li, R.K. (2005) “A case study of ERP Implementation for Opto-Electronics Industry”, *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, Vol. 13, No. 1, pp.13~30.

19. Marsh, A. (2000) “The Implementation of Enterprise Resource Planning system in small-medium manufacturing enterprises in south-east queensland; a case study approach”, *ICMIT*, pp.592-597.

20. Motwani J., Mirchandani D., & Gunasekaran, (2002) "Successful Implementation of ERP Projects: Evidence from two case studies," *International Journal of Production Economics*, Vol. 75, 2002, pp. 83-96.
21. Nah, F. F.-H., Lau, J. L.-S., & Kuang, J. (2001) "Critical Factors for successful implementation of enterprise systems", *Business Process Management Journal*, Vol. 7, No. 3, pp.285-296.
22. Nah, F. F.-H., Zuckweiler, K. M., & Lau, J. L.-S. (2003) "ERP Implementation: Chief Information Officers' Perceptions of Critical Success Factors", *International Journal of Human-computer interaction*, Vol. 16, No. 1, pp.5-22.
23. Olson, D. L. (2004) "Managerial Issues of Enterprise Resource Planning Systems" , The McGraw Hill Companies, Inc.
24. Parr A.N., & Shanks, G. (2000) "A Taxonomy of ERP Implementation Approaches," Proceedings of the 33rd Hawaii international conference on system sciences, pp.1-10.
25. Robbins-Gioia (2002) "ERP Survey Results Point to Need For Higher Implementation Success", Robbins-Gioia Press.
26. Schragenheim E., & Dettmer, H. W. (2000) "Simplified Drum-Buffer-Rope: A Whole System Approach to High Velocity Manufacturing".
27. Schragenheim E., & Dettmer, H. W. (2000) "Manufacturing at Warp Speed - Optimizing Supply Chain Financial Performance", The St. Lucie Press/APICS on Constraints Management.
28. Schragenheim E., & Burkhard, R. (2007) "Drum Buffer Rope and Buffer Management in a Make-to-stock Environment ", Goldratt group.
29. Schragenheim E. (2007) "Using S-DBR in rapid response projects ", Goldratt

group.

30. Stedman C. (1999) "ERP Project Problems plague city payroll", *Computerworld* 33, No. 50, pp.38.
31. Stedman, C. (1999) "Failed ERP Gamble Haunts Hershey", *Computerworld* 33, No. 44, pp.1-2.
32. Thavapragasam, X.T. (2003) "Cultural Influences on ERP Implement Success," *proceedings of the first Australian undergraduate students computing conference*, pp.93- 99.
33. Welty, N. (1999) "Successful SAP R/3 Implementation: Practical Management of ERP Projects," Harlow, Addison Wesley Longman.
34. Umble E. J., Haft R.R., & Umble M.M. (2003) "Enterprise Resource Planning: Implementation Procedures and Critical Success Factors", *European Journal of Operational Research*, Vol. 146, No. 2, pp.241- 257.
35. Woepfel, M. J. (2001) "Manufacturer's guide to implement the theory of constraint", St. Louise Press.
36. <http://www.goldratt.com>