

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

限制管理之供應鏈運作模式及效益評估(I)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-009-102-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學工業工程與管理學系

計畫主持人：李榮貴

共同主持人：張盛鴻

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 10 月 11 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

限制管理之供應鏈運作模式及效益評估(I)

TOC Supply Chain Solution and Performance Measurement

計畫編號：NSC 92-2213-E-009-102

執行期限：92年8月1日至93年7月31日

主持人：李榮貴 國立交通大學工業工程與管理學系

共同主持人：張盛鴻 明新科技大學工程管理研究所

一、中文摘要

管理供應鏈需要在對的地方與時間有對的庫存。限制管理(Theory of Constraints, TOC)所提出之供應鏈應用解決方案建議將庫存集中在源頭(工廠)並將運作模式從推式(Push)改為拉式(Pull),並做好緩衝管理(Buffer Management)之控管。雖然TOC Pull 供應鏈運作模式有效,且在歐美實際運作成效卓著;然而,在實務上仍有三處需要強化:(1)如何建立嚴謹緩衝管理程序,(2)如何決定最適的庫存源頭,與(3)如何利用 IDD(Throughput Dollar Day)與IDD (Inventory Dollar Day)來建立互信的供應鏈。本期研究計畫完成第二項:供應鏈系統庫存源頭點決定方法,以及 Pull 的效益評估方法。

關鍵詞: 供應鏈、緩衝管理、限制管理

Abstract

Managing a supply chain requires the right inventory in the right place at the right time. A TOC replenishment solution is presented to aggregate inventory buffers at the central warehouse in plant and change the mode of operation from push to pull. The solution is powerful, but several issues such as (1) where to aggregate the buffer, (2) how to construct a rigid buffer management process and (3) how to apply IDD and TDD to build trust within supply chain should be further studied to enhance the power of the TOC supply chain solution. In this research, we propose a solution focus on studying the factors to decide where to aggregate the buffer.

Key Words: Supply chain, Buffer

Management, TOC

二、緣由與目的

傳統上供應鏈的運作模式是,最末端的零售商以預測方式下訂單,區域或配銷中心再將訂單彙整變成工廠的生產訂單。工廠依訂單生產後在送至區域或配銷中心,再轉配送至零售商,此運作模式稱為 Push 運作方式。然而我們知道預測通常是不準的,加上訂單設定批量化(order batching)價格的波動(price fluctuation),分配與短缺的競逐化(rationing and shortage gaming)與生產與補貨時間太長等導致需求波動的現象。此現象愈往系統上游(供應源頭),需求受扭曲(distorted information)的幅度就愈形擴大,最後形成所謂的「長鞭效應」(Bullwhip Effect)[1],造成該有的沒有,不該有的庫存一堆,形成存貨雖高,但卻非所需的貨品。此再導致緊急(expediting)生產補貨方式來滿足實際需求成為常態,造成供應鏈的運作更加不穩定。

而此惡性循環使整個產銷系統出現下列問題(Undesirable Effects, UDEs)[2]:

- (1). 客戶經常買不到所要的產品,
- (2). 為提高客戶服務滿意,需備高存貨方式因應,然因產品壽命有限導致經常退貨或形成滯銷庫存(dead stock)或廢品(scrap),
- (3). 零售商所訂的產品,配銷或倉儲中心常常無法按時送達,
- (4). 某些產品在配銷或倉儲中心經常缺貨(stock-out)、某些

產品在配銷或倉儲中心則庫存太高，(5). 工廠供給配銷或倉儲中心的產品常與市場(客戶)實際需求不合，(6). 工廠為提高製造效率，以大批量生產，造成製造前置時間(manufacture lead times)的拉長，導致該交的貨無法準時交貨而工廠卻經常沒有足夠的產能滿足目前的需求。

為解決上述問題，過去許多研究大多採以下四個方向解決[3、4、5、6]：(1). 以經濟訂購批量模式(economic order quantity)來解決，但此方法因假設總需求已知、前置時間不變、需求率一定等，不適用於複雜的需求環境。(2)以需求量標準差、設定服務水準、補貨前置時間的統計再訂購點的存貨理論來解決，此方法因採以固定安全量存量來規畫未來期望，也無法適用於面對隨機變異的需求情境(3). 以數學動態規劃模型(dynamic model)來解決，數學模式研究的弱點為所建構的數學模式多屬線性(linear)，很難將屬於非線性與整數關係的真實環境與邏輯關係很清楚地表示出。(4). 以現代的資訊技術透過資訊的分享(透過POS、EDI、CAO、網路下單等系統的採用)、通路重整(通路的設計、重組、策略聯盟、VMI、CRP等策略)及提升作業效率(降低前置時間、EDI、CAO等策略)等作為概括式的整合基石。導入現代資訊技術可以加速資訊的傳遞以及整合了產銷鏈，但是仍然不夠充分沒有解決供應鏈的核心問題。

一般人皆認為造成供應鏈問題最大核心原因是預測不準、供應商不可靠與補貨時間太長所致，同時不易克服。限制理論(Theory of Constraints, TOC)[7、8、9、10、11、12]認為這些原因表面看起來是不太容易克服的，然而如果我們從不同的思維去思考，我們會發現在供應鏈的源頭作整體預測其準確度是可相當準確的，如果加上在系統中建構分離點將不穩定的獨立需求與提供滿足此需求的供應系統分離

(de-couple)，則可使補貨時間只剩運輸時間。因此TOC認為我們應該將主要庫存放在預測最正確的地方(工廠)，將供應鏈的運作模式由Push改為Pull。運作模式是(1). 零售商儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，零售商賣掉多少就對上游(區域發貨中心/倉庫)訂購多少預測。(2). 區域發貨中心/倉庫儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，區域發貨中心/倉庫運送多少到零售商，就對上游(工廠倉庫)訂購多少。(3) 工廠倉庫儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，工廠倉庫運送多少到區域發貨中心/倉庫，就生產多少。(4). 並建立Buffer Management系統控管每一庫存點的Buffer。

TOC Pull 供應鏈運作模式有效，且在歐美實際運作成效卓著[13、14]。本研究構建一套評估方法讓不同的供應鏈系統在決定源頭後能夠評估與模擬由Push改為Pull的效益。

三、供應鏈系統庫存源頭點決定方法

TOC認為由於統計變異的計算上可知，個別計算的變異一定遠高於整體計算的變異，因此若愈往供應鏈上游的需求匯集處(aggregation)作預測，則其準確率就遠高於散佈各處銷售點所做預測的總和，Fisher亦在其研究中印證了此點[15]。

TOC認為既然在上游的需求匯集處作預測是最準確的，我們就應該將主要庫存放在預測最正確的地方(匯集處源頭)，此不但有利於分配滿足下游最為迫切需求點的需求，同時也可將不穩定的獨立需求與提供滿足此需求的供應系統分離(de-couple)，進而使補貨時間只剩運輸時間，大大的縮短補貨時間並提高補貨可靠度，Kumar在其「risk pooling」研究中也呼應此觀點[16]。

其實補貨時間是由訂單前置時間、生

產前置時間以及運輸前置時間所構成，在不增加成本的情況下，最有效縮短補貨時間的方法就是從訂單前置時間與生產前置時間著手，目前造成補貨時間長的主要原因是因為許多的企業都習慣以批量的方式做管理，以訂單前置時間而言，因為大批量可以獲得較多的折扣以及不需花費太多的時間決定訂購數量，所以企業往往等存貨到達訂購點時才發出訂單，以致於補貨時間拉長；另外在生產前置時間方面，工廠為了追求作業效率及節省準備時間，在生產時也以批量生產方式進行，這些都是造成補貨時間拉長的原因。TOC 認為降低批量與增大補貨頻率可以縮短補貨時間，降低庫存，提高補貨可靠度。

TOC 稱此推式改為拉式的運作模式為 Demand-Pull 供應鏈管理模式。此方法打破過去公司將產品放在離消費者最近地方的觀念，將大部分的產品回流至源頭也就是工廠內，而區域倉庫只需持有補貨前置時間內所要的需求量，當客戶向區域倉庫下訂單的同時區域倉庫再向工廠訂購其所銷售的數量，而工廠則以最迅速的方式將產品送至區域倉庫。

每一庫存點的緩衝管理運作的好壞是 TOC Demand-Pull 運作能否順利成功執行的關鍵。TOC 將緩衝分為三個控制管理區 - 綠色、黃色、紅色，每一區的大小約為緩衝大小的三分之一。當緩衝在綠色管制區則不採取任何行動，但若降至黃色區則採取必須發出警告 (warning) 及規劃行動，然而若降至紅色管制區則必須採取立即的行動 (immediate action)。

依三區分法的控管，若最大緩衝設定太大時則緩衝水準的大多時間將落在綠色管制區，此表示應可降低緩衝存量。但若設定的太小則緩衝水準將落於紅色管制區，更糟的情況甚至是緩衝區存貨穿透紅色的管制區而完全被耗盡，此表示必須增加緩衝水準的量，TOC 強調經反覆的調整

即可得到符合需求情境的緩衝大小設定。TOC 所主張的緩衝管理也是降低作業費用的工具，若落在紅色管制區的次數太多，則必須增加緩衝量以減少緊急訂單的行動，因為緊急訂單的交貨成本大於正常的交貨成本。

四、Pull 系統之效益評估

在績效衡量方面 Dr. Goldratt 將過去配銷常用的績效衡量指標如存貨週轉率、缺貨率等等，修正為有效產出天 元 (Throughput-Dollar-Days, TDD) 與存貨天 元 (Inventory-Dollar-Days, IDD)，其基本定義如下：

(一)、有效產出天 元

(Throughput-Dollar-Days, TDD)：

主要是考慮可靠度，也就是事情應該做的很好但是卻沒有，因此當公司或部門間對顧客訂單所承諾的交期無法達成時，便開始計算 TDD 的值來顯示沒有達成的程度。計算的方式為(有效產出的價值×訂單延誤天數的總和)，當 TDD 值愈大時表示訂單延遲過久，對公司會造成嚴重的損失，因此公司或部門必須追求 TDD 的值為零。

(二)、存貨天 元 (Inventory-Dollar-Days, IDD)：

主要是考慮效率，也就是事情不需做的很好但是卻做的很好，因此當公司生產過多的存貨就是沒有效率，因為這樣不僅造成原物料的浪費，同時使得存貨費用提升。計算的方式為(存貨的價值×再倉庫停留時間的總和)，當 IDD 值愈大時表示該部門或公司堆積了過多的存貨，造成存貨費用的增加以及造成其他產品因為沒有原物料可供生產而產生延遲交貨的情形，所以公司或部門必須降低 IDD 的值。

TOC Demand -Pull 的運作簡單而易

行，避免補貨量決定與補貨啟動時機的繁瑣設定程序，是不錯的緩衝存貨系統，供應鏈上每一節點存貨緩衝透過用多少向上層級拉多少的補貨，可將整體存貨獲得管控，而不需依賴不準的預測作為補貨依據，使供應鏈的補貨能與實際的需求貼近。

五、結論

本研究提出一套 Demand-pull 的緩衝管理模式，此模式以較為嚴謹的法則與程序使緩衝管理三要素更為簡潔，清楚與容易使用。另外透過修正 TDD、IDD 兩指標，使供應鏈緩衝績效評估更加透明與有效。本研究經由實際個案的驗證，證明所提出的觀念與方法是可行且有效的，與傳統的補貨策略做比較也得到較優的績效表現。

六、參考文獻

- [1]. Hau L. Lee, V. Padmanabhan, Seungjin Whang, (1997), "The Bullwhip Effect in Supply Chains," Sloan Management Review/Spring, 93~102.
- [2]. Chin-Hung Tsai, Yu-Hsin Lin, Yeong-Hoang Lee, (1998), "A TOC-Based Analysis Approach for Supply Chain Management," Journal of Commercial Modernization, Vol.1, NO.1, 35~50.
- [3]. D.F. Pyke, M.A. Cohen, (1993), "Performance Characteristics of Stochastic Integrated Production-Distribution Systems", European Journal of Operation Research 68 (1), 23-48.
- [4]. C.J. Vidal, M. Goetschalckx, (1997), "Strategic Production-Distribution Models: A Critical Review with Emphasis on Global Supply Chain Models", European Journal of Operation Research 98 (1), 1-18.
- [5]. S.S. Erengic, N.C. Simpson, A.j. Vakharia, (1999), "Integrated Production-Distribution Planning in Supply Chain: An invited review," European Journal of Operation Research 115, 219-236.
- [6]. Karla E.B., Stephen G.P., David F. P. (1996), "Exploiting timely demand information to reduce inventories," European Journal of Operation Research, 92, 239~253.
- [7]. Groldratt, E.M. (1990b), "What is this thing called theory of constraint and how should it be implemented," North River Press. Inc..
- [8]. L.K. Duclos, M.S. Spencer, (1995), "The Impact of a Constraint Buffer in a Flow Shop", International Journal Production Economics 42, 175-185.
- [9]. Umble M.M., Umble E.J. (1999), "Drum-Buffer-Rope for Lower Inventory," Industrial Management, September-October, 24~33.
- [10]. Schragenheim, E., Ronen, B. (1990), "Drum-Buffer-Rope shop Floor Control," Production and Inventory Management Journal, third Quarter, 18~22.
- [11]. Schragenheim, E., Ronen, B. (1991), "Buffer management: A Diagnostic tool for Production Control," Production and Inventory Management Journal, Second Quarter, 74-79.
- [12]. Lockamy, M.S. Spencer, (1998), "Performance Measurement in a Theory of Constraints Environment", 36, (8), 2045-2060.
- [13]. Debra A. Smith, (2001), "Linking the Supply Chain Using the Theory of Constraints Logistical Applications and a New Understanding of the Role of Inventory/ Buffer Management," Premier Issue TOC Review, 50~54.
- [14]. Mabin and Balderstone. (2000), "The world of the TOC, A review of international literature," North River Press. Inc..
- [15]. Fisher, M.L., Hammond, J., Obermeyer W., and Raman, A., (1994), "Making Supply Meet Demand in an Uncertain World," Harvard Business Review, May-June, 83-93.
- [16]. Kumar, K., Schwarz, L.B. and Ward, J.E., (1998) "Risking-pooling Along a Fixed Delivery Route Using a Dynamic Inventory-allocation Policy," Management Science, 43(4), 546-558.