

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

TOC 供應鏈應用 Solution 強化研究(I)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-009-137-

執行期間：91年08月01日至92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

計畫參與人員：張盛鴻, 邵建昌, 黃子逸, 周見新

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 9 月 16 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

TOC 供應鏈應用 Solution 強化研究(I)

Enhancement of TOC Supply Chain Solution (I)

計畫編號：NSC 91-2213-E-009-137

執行期限：91 年 8 月 1 日至 92 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

計畫參與人員：黃運金, 邵建昌, 黃子逸, 周見新 國立交通大學

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。TOC 供應鏈應用 Solution 建議將庫存集中在源頭（工廠）並將運作模式從 Push 改為 Pull，並做好 Buffer Management 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 Buffer Management 程序，(2)如何決定最適的庫存源頭，與(3)如何利用 IDDM 與 TDD 來建立互信的供應鏈。本計畫已完成第一年 Buffer Management 控管程序與電腦化工作。

關鍵詞：供應鏈、緩衝區管理、限制理論

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 IDDM and TDD to build trust within supply chain should be further studied to enhance the power of the TOC supply chain solution. In this study we propose a generic buffer management procedure, based on the concept of TOC buffer management, which rigorously defines a method of monitoring to size and adjust 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现象。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]。本研究將提出 Buffer Management 方法，針對在每一庫存點庫存應放多少？如何作控管？等提出嚴謹的程序。

三、緩衝區大小設定

緩衝區管理分為二步驟進行，首先對緩衝區先做啟始預測（initial prediction）建立大小；然後再建構一套完善的管理程序，以避免發生超額供給（over-supply）或短缺（shortage）問題。

在設定緩衝區大小時，首先訂出緩衝區的管制線水準，以明確標出啟動補貨的原則。本研究將緩衝區管制線分為緩衝區大小的綠色管制線與安全存量管制的紅色管制線。為防止緩衝區的存貨被耗盡而導致缺貨先訂出最重要的紅色管制線的水準，再訂出綠色管制線的大小而構成存貨緩衝區的大小。

安全存量管制大小可透過累積需求分佈曲線訂定出。首先計算出其累積需求百分比，再從累積分配百分比圖中訂出所要滿足的服務水準，並找出所對應的緩衝區存貨的組距大小所示設定滿足 90 % 的訂單履行率下所對應的存貨水準組距上限即訂為紅色管制線，亦即系統能滿足 90 % 訂單履行率下的安全存貨管制線，紅色安全存貨管制旨在保護 90% 的訂單達成率。

安全策略緩衝區水準是滿足 90% 訂單履行率的安全需求量，旨在保護 Murphy 現象及能夠及時補足以防止產出的損失。因此，安全緩衝存貨（紅色管制線）的功能扮演警示機制，當緩衝區消耗至低於此水準時，則必須立即採取補充的行動，否則達成該目標的風險增加，隨時會有缺貨的危機。緩衝區大小以綠色管制線表示，若綠色管制線過高，表緩衝存量太高，若太低，將危害所設定安全緩衝存貨（紅色管制線）的功能。

四、緩衝區控制機制

訂出緩衝區大小與管制線之後，為了使供應鏈緩衝區存貨達到最小化，每一個緩衝區的補貨模式必須包含能在緩衝區發生實際缺貨前，希望可以立即找出潛在缺貨狀況的方法，並且能偵測出潛在的即將缺貨問題以及決定出需向上游取多少的補貨量。因此，必須建構良好的補貨警示系統（replenish alert system），使補

貨系統能得到妥善的控管，同時也需具備因應需求變動時的管制線可調整功能 (adjustable function)。

本計畫提出的管制機制的程序為：先檢視是否已到定期檢視點，並計算定期點的正常補貨數量，但是定期的正常補貨數量的計算，受定期檢視期間是否大於補貨週期時間的影響，因此有下二種狀況不同的情形：

1. 若定期檢視點期間等於或大於補貨週期時間則其補貨量為 (Green level – Current buffer level)。
2. 若定期檢視點期間小於補貨週期時間則其補貨量為 (Green level– Current buffer level– Scheduled on-order)。

在一個監視視窗中沒有發生低於紅色安全管制，則調降綠色管制水準的存量，並重設定且啟動新監視視窗。綠色管制水準存量可以調降的是因無任何發生低於紅色安全管制線，意謂著存貨水準 (綠色管制線) 設定得太高。

若未到檢視點，則隨時檢查在監視視窗內是否發生緩衝區存量低於安全的存量 (紅色管制線) 情形。若發生低於紅色安全存量管制線，但是在同一監視視窗內發生一次且未發生緩衝存貨完全被耗盡的情況，則啟動下緊急補貨訂單，其數量為 (Green level – Current buffer level)，補貨時間即為緊急的補貨時間。但若發生耗盡，則除了下緊急訂單補貨外，必須調高綠色管制存量，因為已經太低不符合需求。一旦存量管制被調整，且需重新設定與啟動新的監視視窗。對於補貨數量的訂定標準與緩衝各區存量大小的調整並非重點，因為透過持續的監視視窗監視、調整可達平衡。

發生低於紅色安全存量管制線，但是在同一監視視窗內發生第二次，但沒有發生耗盡情況，除了啟動下緊急補貨訂單，其數量為 (Green level – Current buffer level)，補貨時間即為緊急的補貨時間，並提高綠色存量管制的存量，因為在同一個監視視窗發生二次，顯然綠色存量管制已經太低不符合需求的變遷，同樣地，一旦綠色存量管制被調整，且需重新設定與啟動新的監視視窗。

但假若發生耗盡，除了下緊急訂單補貨外，同時必須調高綠色管制的存量水準，因為表示作業綠色存量管制的存量已經太低不符合需求。同樣地因綠色作業管制的存量被調整，則需重新設定與啟動新的監視視窗。一旦補貨完成則需檢視是否在監視視窗中會發生低於紅色安全存量管制線？若不會，則降低綠色作業管制線存量並且設定與啟動新的監視視窗。

緩衝區透過調整機制的設計使緩衝區存貨獲得妥善管理，可降低補貨訂單需求量的變異，同時控制存貨量可縮短補貨前置時間。有效改善上、下各階補貨需求獲得緩衝區的妥善供給，使再補貨獲得信賴。緩衝區的警示系統規劃妥善，就可以最低的持有存量使產品流動順暢而不至缺貨。警示系統的功能使緩衝區能隨時備有足夠的滿足需求量，使各緩衝區的備貨所需的前置時間去除，而只剩下直接出貨的時間而已，縮短補貨前置時間，使系統趨於更為穩定。

五、結論

本研究應用TOC所提出之供應鏈應用Solution之觀念，將供應鏈之運作模式從Push改為Pull，做好Buffer Management控管。並透過VAT產品流動圖分析以配置供應鏈存貨緩衝區，同時以需求累積分佈圖訂出監控管制線水準與合理的緩衝大小，並建立緩衝區監控與調整機制以符合需求的情境變動，作為維護緩衝區管理的一般性原則，使整體的存貨緩衝量控制在免於缺貨的最低水準量。

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. Grolldratt, 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. A. Lockamay, 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..