

供應商代管庫存與跨國供應鏈模式之探討：以緊固件產業為例

Exploring VMI and international Supply Chains: A Case of Fastener Industry

屠益民 *Yi Ming Tu*

國立中山大學資管系

Department of Information Management,
National Sun Yat-Sen University

侯君溥 *Chun Fu Ho*

國立中山大學資管系

Department of Information Management,
National Sun Yat-Sen

鄧祖漢 *Rodney Teng*

友信國際股份有限公司

QST International Corp.

摘 要

供應商代管庫存(Vendor Managed Inventory, VMI)模式，始於 80 年代中期威名百貨(Wall-Mart)與寶僑(P&G)的合作。藉由供應鏈成員彼此之資訊分享與協同合作，以 VMI 模式協助整體供應鏈降低成本、加快回應速度、提升營運效益及客戶服務滿意度。緊固件(Fastener)為螺絲、螺帽、鉚釘等結合性零件之泛稱，在存貨價值分類中屬於 C 類產品，其產品生命週期亦較長，適合實施 VMI 模式。美國緊固件產業於 90 年代中期導入 VMI 模式，並於 97 年由台灣緊固件業第一大出口貿易商：友信國際股份有限公司首先導入台灣。

供應商代管庫存與跨國供應鏈之探討：以緊固件產業為例

本研究以友信為研究個案，針對緊固件跨國供應鏈之企業動態經營模式，做傳統客戶自管庫存模式(CMI)與 VMI 兩種管理模式之比較，並在各種情境下作模擬分析。首先是四種需求型態下，傳統安全庫存配置之模擬分析。其次是梯狀突增需求下之最佳化庫存配置模擬分析。最後是不同客戶交易條件下，供應商庫存最佳化配置模擬分析。

存貨與斷線為緊固件業經營上之兩大風險，存貨多寡直接反應成本增減；缺料所造成客戶生產斷線不僅必須支付停產罰款更可能失去客戶。因此本研究以存貨持有成本、存貨週轉率與訂單達成率為執行 V M I 模式之關鍵績效指標。模擬實驗結果顯示，由海外客戶及整體供應鏈之角度，VMI 供應商代管庫存營運模式之營運績效均優於傳統模式，尤以海外客戶績效改善幅度最為顯著。同時經由此模型之建構，亦能夠協助解決國內業界在 VMI 推廣與缺乏風險評估的問題。

關鍵詞：供應商代管庫存、緊固件供應鏈、系統動力學

Abstract

Vendor Management Inventory (VMI) is one of the most widely discussed partnering initiatives for improving multi-firm supply chain efficiency. Also known as continuing replenishment or supplier-managed inventory, VMI became popular in mid -1980's, pioneered by the famous retailing case of Wall-Mart and Procter & Gamble. Through sharing inventory information and collaborating work in procurement, VMI allows suppliers manage inventories for their customers, thus streamlining the entire supply chain process and leading to cost reduction for the overall supply chain. VMI can apply to a product with large transaction volume and relatively long product life cycle, and the fastener industry falls into this category. VMI was first implemented in the fastener industry in the early to mid-90's, and later was applied in Taiwan by QST International .

Considering the system dynamic model of international fastner supply chain, a case study of QST was conducted in this article. The purpose is to compare VMI with the traditional inventory management practice. The comparison is based on simulation experiments in various scenario designs. By setting up a safety stock environment, this study first examined supply chain performance in four different demand patterns. Then the supply chain performance was assessed by simulating a precipitate demand increase. This study finally addressed the supply chain performance in different terms of transaction with overseas customers.

Inventory cost and shut-down penalty are two major risks in fastener business operation. The amount of inventory has a direct influence on cost in the supply side. Material shortage will have customers shut down their production line, and suppliers in turn face penalty and loss of faith. Consequently, this article selects inventory cost, inventory turnover rate and order fulfillment rate as the key performance index (KPI) as the comparison criteria.

The findings based on the simulation experiments indicated that optimum replenishment parameters of VMI model are established through scenarios design, dynamic simulation, parameters tuning and KPI measuring. Furthermore, a systematic modeling approach provides Fastener VMI players with feasible methodology in solving real world VMI problems.

key words : vendor managed inventory, fastener supply chain, system dynamics

壹、緒論

供應商代管庫存(Vender Managed Inventory, VMI)模式，於 80 年代中期崛起，並逐漸擴散為新興之營運典範(Simchi-Levi D.et al. 2001)。VMI 模式主要藉買方將其商品實際銷售量或耗用量資訊，跨越個別企業管理疆界與其供應商分享，將買方庫存委託供應商管理，以謀求供應鏈整體庫存量最小化及庫存配置最佳化之目的，並得以降低成本、加快回應速度、提升營運效益及客戶服務滿意度。有關 VMI 的實施，美國已有許多成功案例，如：零售業的威名百貨(Wall-Mart)、日用品業的嬌生(Johnson & Johnson)和寶僑(P&G)等。國內實施的成功案例有寶僑與惠康超市、雀巢與家樂福。

VMI 是一種供應商與顧客跨組織合作方式，顧客將庫存管理與採購流程委外予供應商經營，供應商經由分享顧客庫存資訊，不僅可提升其供應鏈之能見度，亦可增進顧客之服務。所以 VMI 是一種跨組織資訊分享之型態，應用於顧客端之庫存管理，也因其植基於跨組織合作行為，往往有賴合作雙方一些條件之配合。

王裕文(1998)指出 VMI 機制適用於具有以下特性之產品。第一、較長生命週期之產品，第二、可預測其需求型態之產品，第三、非關鍵性產品，第四、標準化產品。我國較早實施 VMI 的是資訊產業，並擴及其他產業，但相關之實証研究仍是相當缺乏。緊固件(Fastener)為螺絲、螺帽、鉚釘等締結零件之泛稱，在存貨價值分類中是屬於 C 類產品，其產品生命週期亦較長，適

供應商代管庫存與跨國供應鏈之探討：以緊固件產業為例

合實施 VMI。

台灣緊固件產業年產值約新台幣 650 億元，85%外銷世界各國，佔全球緊固件國際貿易總額達 30%強，位居全球首位，號稱螺絲王國。近年來，緊固件產業遭逢產業升級轉型之競爭壓力；尤以全球化、網際網路與資訊科技、與供應商代管庫存模式等三大衝擊為甚。三大衝擊相互推移之結果，導致全球緊固件產業朝向全球運籌(Global Logistics)之營運模式發展，尤以全球跨國大型 OEM 領導廠商為甚。

自 90 年代中期開始，VMI 營運模式在美國緊固件產業興起；OEM 終端用戶為因應來自全球之競爭，將其內部資源專注於核心事業之上。對於螺絲螺帽等非核心採購項目，採取縮減供應商與改由海外採購來降低整體物流成本。海外採購的行動有助於台灣緊固件產業打破歐美同業原有的區位優勢與客戶關係優勢。然而複雜的海外 VMI 運作，卻又使台灣業者卻步不前。

有鑑於此，本研究之研究目的即建立一套符合台灣緊固件業經營實況的簡單模型，協助業者了解與導入 VMI，並且成為實施 VMI 的決策輔助工具。希望能協助台灣緊固件業者提升服務水準，達到產業升級的共同目標。

貳、文獻探討

一、供應商代管庫存

由於現有學術界對 VMI 供應商代管庫存模式的定義繁多不一；各家看法不同。(如表一)，綜合分析以上學術界對 VMI 供應商代管庫存模式的各項定義，本文歸納其共同特質有三：1.VMI 之目的在於管理其下游客戶之庫存;2.VMI 是跨企業的流程 3.資訊及時交換。

表一 VMI 定義(資料來源:本研究整理)

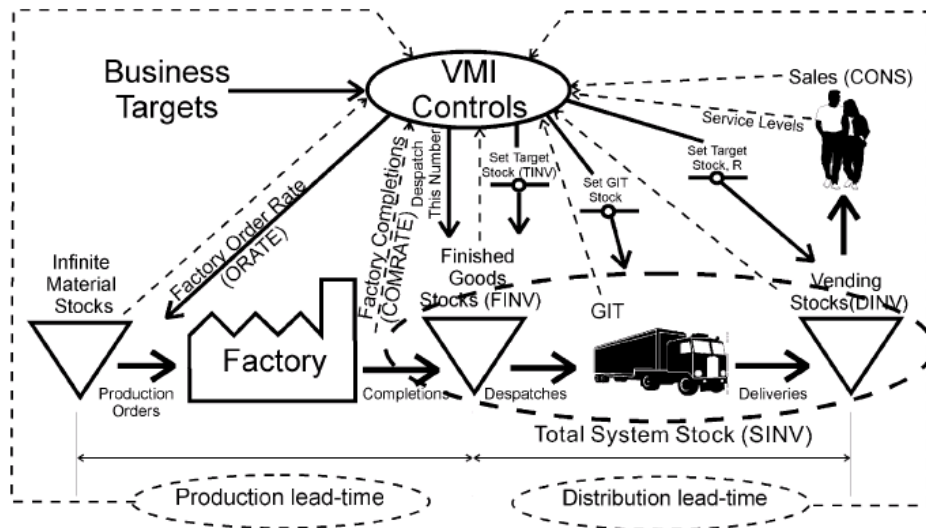
定義	作者
VMI 是供應商由零售商取得銷售點資料(Point of Sales, POS)或庫存資料，並使用這些資料以執行存貨管理及補貨決策。	Betts(1994)
VMI 是供應商依據分銷商所提供的需求資訊，代替分銷商產生訂單之流程。	Hall(1998)
VMI 是供應商被要求負責管理零售商的產品供應及存貨管理。	Yossi(1998)
VMI 是一種庫存管理方案，是以掌控銷售資料和庫存量，作為市場需求預測和庫存補貨的決解方法。	翟志剛(1998)
VMI 是買方分享庫存水平資訊給他的供應商，如此供應商可管理其在顧客端所供應的產品庫存。	林福仁(2000)
VMI 是由供應商監控買方庫存水準，並週期性地執行包含訂貨數量、出貨及相關作業時點之補貨決策。	Waller,Johnson & Davis(2001)

現有 VMI 的文獻，多屬定性探討與研究,定性的研究具有初始方向指導的作用。部分研究以數學模式來證明執行 VMI 無論在短期或長期都可以看到實際成本的下降。這些文獻可分為幾個構面：概念說明、成功個案介紹與數學模式。各構面的研究內容與代表者分列如下表所示。

表二 探討 VMI 的相關研究(資料來源:本研究整理)

研究方法	研究主題	文獻來源
VI II 介紹	簡介 VMI 的概念、限制、關鍵成功因素與基本流程。其中王裕文並彙整執行 VMI 的關鍵成功因素。	翟志剛(1998)，王裕文(1998)，Stratman(1997)，Lamb(1997)，Cottrill(1998)，Williams(2000)。
個案介紹	介紹個案公司的實際應用與執行成效。其中 McCrea 更點出緊固件業的個案，並列出針對緊扣件業的六點成功要素	Nolan(1997)，Nolan(1998)，Holmstrom(1998)，Haavik(2000)，顏得喆(2001)、McCrea(2002)
數學模式	以數學及相關模式，證實執行 VMI 確實可以降低成本。特別是 Disney 模擬整體供應鏈情形,協助了解 VMI 整體互動關係。	Waller(1999)，周貝珊(2001)，Chaouch(2001)，鄭穎聰(2000)，Dong(2001)，Disney(2002)

Disney(2002)以 APIOBPCS¹的理論結合 VMI 的模式，建立了一個適用於所有 VMI 環境的模擬系統，不僅提供供應鏈模擬情境的描繪更將實際績效明確呈現。透過各倉點的耗用回饋，VMI 控管的機制在比對目標庫存量之後，作出適當的生產與運補決策，使整個供應鏈貨流順暢。



圖一 VMI 情境的概觀

資料來源：Disney, S.M., Towill, D.R., 2002, A procedure for the optimization of the dynamic response of a Vendor Managed Inventory system, Computers & Industrial Engineering, Vol. 43, P27-58.

VMI 供應商代管庫存模式，因為供應鏈環節位置之不同而導致施行方式及服務內容之差異。在海外遠端所提供之 VMI 服務，稱為遠端供應商代管庫存(Remote VMI)；相對的，在 OEM 用戶需求端所提供之 VMI 服務，稱為近端供應商代管庫存(On-Site VMI)。由全球運籌之角度，On-Site VMI 以儘量接近客戶組裝點(POA, Point of Assembly)為前提。Remote VMI 則是以降低供應鏈整體庫存量、物流即時化、物流平準化為管理之重點。

雖然服務方式有所不同，但基本理念皆為資訊分享、協同運作。亦唯有整合近端及遠端後勤管理，方能將完整後勤物流服務，自海外供應商一路貫

¹ APIOBPCS 為一項使用在生產或配銷排程的演算法,全名為 Automatic Pipeline Inventory and Order Based Production Control System. Naim 與 Towill(1995)以 APIOBPCS 模擬人類行為進行 Beer Game.

串至 OEM 終端用戶組裝線上，達成跨國供應鏈之使命：「服務終端客戶」。

二、供應鏈管理的績效評量研究

在供應鏈管理績效衡量的研究領域中，可將績效指標分成定性與定量兩種。針對本研究而言，定量的衡量指標為研究所需。本研究從兩種角度來看待這些指標。一則從指標類別的角度，可分為成本、顧客、彈性。另外一個角度則從供應鏈個體的角度，可分為需求端、供應端、製造端與整體供應鏈。

供應鏈之績效衡量常以成本作為準則，而其構成因素包括存貨持有成本 (Carrying Cost)、運輸成本、製造成本、倉儲成本、訂購成本及資訊成本。而以存貨、倉儲及運輸三者最具備降低成本之空間，其中又以存貨控管居首(Barr, 1995)。

依據 Stock & Lambert (2001)之研究，顧客滿意度係由不同之構面所組成，包括準時交貨、客訴回應、提前通知到貨延遲、產品品質以及價格等；但無論在何種產業，顧客滿意度最重要的指標都是準時交貨的能力。

供應鏈之應變彈性，代表供應鏈系統回應不確定性之能力。本研究範疇之緊固件跨國供應鏈，交易條件涉及全球供需市場動態變化，作業流程長達數月之久。由於涵管區域廣闊、交易流程冗長及資訊傳遞之延遲，使各種內外部不確定因素影響效用變大，因此系統應變之彈性相形更加重要。

表三 供應鏈績效衡量指標(資料來源:本研究整理)

	需求端	供給端	製造端	整體供應鏈
成本	成品與半成品庫存成本	物料庫存成本 物料配送成本 存貨週轉率	生產成本	訂單處理成本 銷售成本 退貨處理成本
顧客	顧客滿意度 顧客訂單處理品質(正確率)	物料供應準確性	產品生產良率(產品品質)	
彈性	需求變化因應能力	物料配送彈性	生產彈性 製造過程突發狀況的處理彈性	對市場快速回應能力
其他	顧客訂單處理時間(速度)	物料採購作業時間	產品製造週期時間 產品製造過程所用的技術	現金週轉時間 投資報酬率 銷售率成長 市場佔有率
資料來源	Ghalayini et al.(1997)、Beamon(1998)、Etrovic et al.(1998)、Tan et al.(1998)、Beamon(1999)、Brewer & Speh(2000)、Sabri & Beamon(2000)、Lambert & Pohlen(2001)、TaiWeb(2001)、SCC(2002)、Tan(2002)			

三、系統動力學

不管是哪一個產業的供應鏈，太多的問題來自於個體自我考量與彼此資訊不公開。個體的最佳解往往不是整體供應鏈的最佳解。許多企業管理方面複雜深奧的預測與分析工作，常常無法在企業經營上有真正突破性的貢獻，原因在於這些方法只能用來處理〔細節性複雜〕，而無法用來處理〔動態性複雜〕(Senge, 1990)。

麻省理工史隆管理學院的 Jay W. Forrester 教授於 1956 年首先開始應用資訊回饋概念於企業系統的管理工作上，發展出系統動力學(System Dynamics)。要解決動態性複雜的問題，最好的方式就是利用系統動力學的方法。系統動力學的觀點會導引我們以整體性的、長期性的觀點來看待整個世界，作出最佳決策。

系統動力學所探討的系統是指具有回饋環路的封閉系統。封閉系統的系統行為產生導因於系統的環路結構，由於環路的運作與力量的移轉，造成系統行為的動態變化。這是種自我因果間封閉的系統彼此環環相扣互相影響。

由於時間的推移過程，積量所表示出來的行為，即是由其所處的環路結構經過時間推移所運作產生的，而不是來自外界的因素(曾雅彩，1996)。

對應到供應鏈的應用上，由於上下游之間的資訊不對稱導致生產與存貨短缺或過多，稱為長鞭效應(Bullwhip Effect)，Senge(1994)在「第五項修鍊」書中以啤酒遊戲(Beer Game)來模擬供應鏈的長鞭效應，並稱此為動態性複雜(Dynamic Complex)。Sterman(2000)指出供應鏈存在有震盪(Oscillation)、擴大(Amplification)、延遲(phase lag)三種特性，而系統動力學具有處理非線性(Non-linear)、回饋(Feedback)與時間延遲(Time-Delay)的機制來解決以上問題，若能透過系統動態模擬來取得整條供應鏈上的資訊，調和個體的決策，所展現的整體績效相信可達到最佳狀態。對於實行 VMI 的供應商而言，整體的最佳也就代表了 VMI 的成功。

四、小結

由以上的文獻回顧可看出，針對 VMI 供應商代管庫存模式及供應鏈管理議題雖多有探討，但是較少文獻深入探討供應鏈各倉間之動態關係、影響因素與參數之量化分析。尤其對緊固件業者來說，相關的文獻更是少之又少。導致台灣緊固件業者於實務建置實施 VMI 時，欠缺實際可供參考決策之方法與數據。

在各種研究工具中，系統動力學(System Dynamics)，是一套融合控制論、系統論、資訊論、決策論及電腦模擬等於一體之動態分析工具，特別適於處理非線性、多變數、多動態之複雜系統。應用於本研究中，除了可將 VMI 的結構清楚呈現之外，更可以透過電腦模擬的環境，提供政策設計與學習的練習場。

雖然供應鏈之績效有多種評量方法，但其關鍵績效指標(Key Performance Indicator)會因產業特色而有差異。對於緊固件業來說，除品質議題之外，呆滯存貨(Risk of Obsolete)與斷料停線(Risk of Line Shut Down)為緊固件業經營上的兩大風險。首先緊固件業的產品特質屬於多品項低單價的 C 類零配件，一般皆以提高安全庫存作為降低缺貨風險的因應之道。隨著產品生命週期的縮短，終端產品若發生設計變更或停產下線的變化，緊固件業即面臨高度之呆滯存貨風險，因此存貨成本為影響整體成本之主要因素，在此採用存貨持有成本與存貨週轉率作為存貨控管的衡量指標。其次，若因延遲交貨造成用戶停產斷線，其後果或須付出高額之停產罰款、或失去整個生意。因此選擇

供應商代管庫存與跨國供應鏈之探討：以緊固件產業為例

訂單達成率為顧客滿意度之衡量指標。

本研究挑選指標與衡量對象搭配如表四所列。製造商為台灣本地緊固件業之生產工廠；供應商為彙整製造商產品，提供客戶整合與 VMI 服務之台灣貿易商(本研究個案:友信國際)；海外客戶為歐美地區之直接用戶(採購目的:用於組裝本身產品)與緊固件分銷商(採購目的:提供其直接客戶緊固件需求)。整體供應鏈則為上述三者之總和。

表四 適用於緊固件業的供應鏈關鍵績效指標(資料來源:本研究)

衡量構面	衡量指標	衡量對象			
		製造商	供應商	海外客戶	整體供應鏈
存貨控管	存貨持有成本	●	●	●	●
	存貨周轉率	●	●	●	●
顧客滿意度	訂單達成率				●

參、模型建構

本章首先簡介個案公司，接著依照個案公司實際經營情形，建構傳統客戶自管庫存模式(Customer Managed Inventory, CMI Model, CMI)與供應商代管庫存模式(VMI)。透過系統結構及動態行為之研究，提出確實可行方法與實務運用原則，祈能協助台灣緊固件產業，深入了解 VMI 營運模式與傳統模式之差異。

一、個案公司簡介

本研究個案為友信國際股份有限公司(以下簡稱友信)。友信為台灣緊固件產業第一大出口貿易商，專注於研發 OEM 市場緊固件產品及相關專業配套服務之整合。

友信為因應海外客戶要求，自 1997 年起開始實施供應商代管庫存試點。自導入 VMI 迄今四年來，實施概況如下：

- * VMI 列管客戶國別：共計美、法兩國。
- * VMI 列管客戶家數：共計 7 家海外客戶。

- * VMI 列管海外倉點數：共計 10 個海外倉點。
- * VMI 列管供應商數：共計 25 家供應商
- * VMI 列管產品件號數：共計約 600 項 SKU。
- * VMI 列管年營業額：共計約台幣 1.7 億元，佔總營收約 12%。

友信 VMI 專案列管之庫存，係指儲存於海外倉點，由友信代管之商品庫存。庫存依其所有權移轉時點之不同，可分為兩類：

- * 寄售庫存(Consignment Stock)：此種型態係儲存於海外倉點中之庫存所有權屬於友信。當客戶自海外倉庫提貨後，付款給友信，產品所有權亦於提貨發生時一併移轉。
- * 非寄售庫存(Non-Consignment Stock)：此種型態係一般國際貿易交易型態(例：FOB、C&F、CIF)。產品自友信端(台灣、大陸港埠)出貨後，客戶依據事先議定之交易條件付款給友信，產品所有權亦依交易條件移轉予客戶。在此狀況下，儲存於海外倉點中之庫存所有權屬於客戶，友信則依據與客戶議定之供應商代管庫存約定，負責管控海外倉點庫存水準並自動補貨。

在試點實行四年後獲得顧客的肯定，但仍無法將該項服務大量複製推廣。主要原因有三：

- * 在友信貿易商的經營模式下，80%的仰賴供應商的支援，然而多數供應商庫管能力不足，組織與作業流程無法配合 VMI 運作。
- * 缺乏供應鏈效益與風險評估機制，導致在與客戶及製造商協商議價時欠缺實證依據，從而造成決策困難。
- * 由於缺乏自動化資訊交貨與運補計算工具支援，執行 VMI 營運模式必須大量依賴人工作業，不僅作業慢也無法承接大量專案。

VMI 的自動化問題可以由資訊系統的開發來解決，但是在概念推廣與風險評估上缺乏一個簡單的模型來解說。因此由下節開始，透過系統動力學的協助，建構傳統運作模式與 VMI 運作模式，並藉由各自的績效評估子系統，進一步衡量 CMI 與 VMI 個別之績效。以解決概念推廣與風險評估的難題。

二、傳統客戶自管庫存模式

圖二所示為傳統 CMI 的庫存管理模式，係模擬海外客戶向台灣採購緊固

供應商代管庫存與跨國供應鏈之探討：以緊固件產業為例

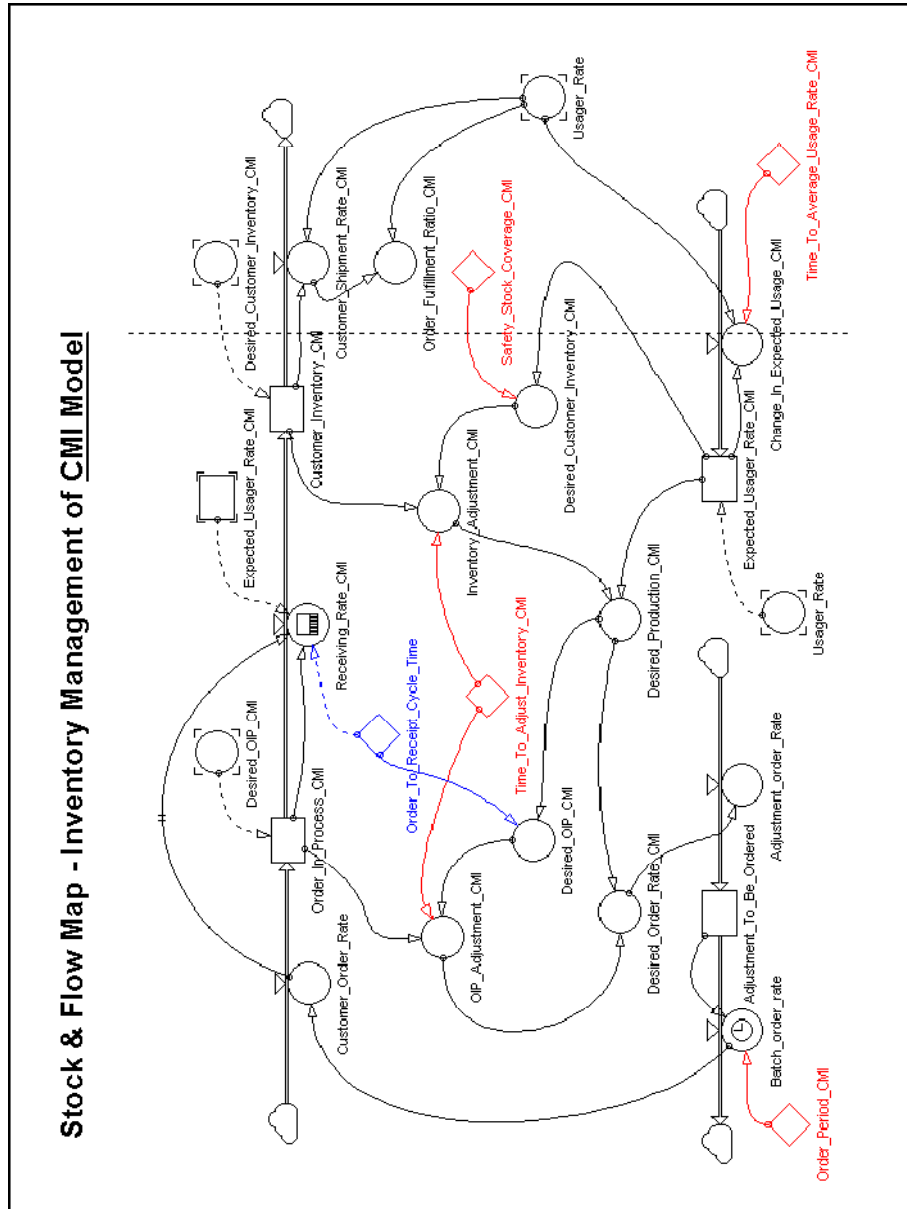
件之實體物流及庫存管理決策模式。此模式下共分成兩個倉庫，所有已下未交訂單視為一總合倉庫(包含供應商在手待投產訂單，原料庫存、在製品庫存、成品庫存及海陸運在途庫存。) 已下未交訂單總合庫存(Order_In_Process_CMI) 伴隨海外客戶訂購下單(Customer_Order_Rate)而增加，並隨客戶收貨(Receiving_Rate_CMI)而減少。第二個倉庫則位於海外之客倉庫存量(Customer_Inventory_CMI) 隨客戶收貨而增加，並隨客戶出貨(Customer_Shipment_Rate)而減少。

客戶出貨主要係由終端用戶提貨使用率(Usager_Rate)決定，同時亦受客倉庫存之限制；客倉庫存小於用戶使用量時，客戶出貨量上限將等於客倉庫存量。一般皆以出貨量除以客戶訂貨量之百分比作為衡量客戶滿意度之重要指標，稱之為訂單達成率(Order_Fulfillment_Ratio_CMI)。

客倉庫存的實際值與期望值比較之後，會產生一個庫存調整量(Inventory_Adjustment_CMI)。此值在加上預估耗用量之後，就是客戶本期需求的目標生產量(Desired_Production_CMI)。

目標生產量扣除已下單未交的數量而得到顧客期望訂貨的數量(Desired_Order_Rate_CMI)。基於由於國際採購必須具備經濟批量，且緊固件終端使用者之提貨頻率(本研究預設值固定為一週)通常高於海外客戶下單頻率，本模型須模擬實務界定期批次下單(Periodic Batch Ordering)之運作。依照定期下單週期(Order_Period_CMI)將期望訂貨量依序轉換為客戶下單率(Customer_Order_Rate)。

簡言之，海外客戶依據庫存耗用量率及預估需求量，計算應補貨量並定期實施批量訂購。



圖二 CMI 模式庫存管理系統流圖(資料來源：本研究)

三、供應商代管庫存模式

圖三所示為 VMI 庫存管理模式之系統流圖。係模擬海外客戶依據預估需求年量與供應商一次議價訂購，並將客倉庫存水準及訂購細節，委由台灣緊固件供應商控管之運作模式。

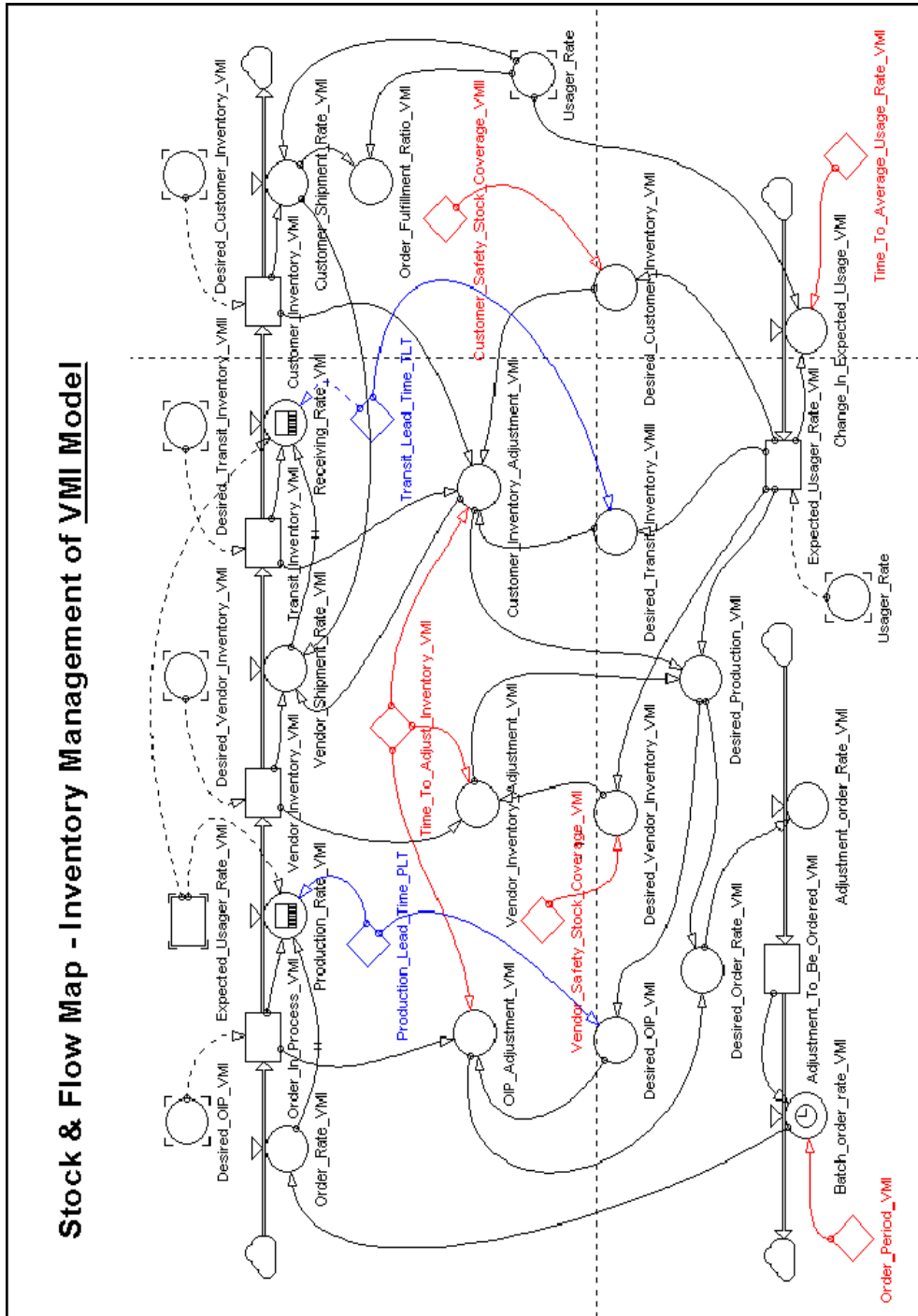
供應商代管庫存與跨國供應鏈之探討：以緊固件產業為例

VMI 將 CMI 模式中的已下未交單總合庫存重新組合為在製單庫存 (Order_In_Process_VMI)、供應商庫存 (Vendor_Inventory_VMI) 及在途庫存 (Transit_Inventory_VMI) 三項庫存資料。在製單庫存包含待產訂單、原料庫存及在製品庫存。而供應商庫存係指位於供應商端(台灣)所備置之成品庫存；而在途庫存係指供應商已出貨而客戶尚未收貨之海陸運在途成品庫存。前述三庫加上原有之客倉庫存，共計四庫。

因為倉庫概念由二變四，閘口也由三變五，新增兩個閘口。第一個新增閘口是生產量率 (Production_Rate_VMI)，定義為下單率 (Order_Rate) 之三階物流延遲 (3rd Order Material Delay)，以模擬產出之真實狀況。第二個新增閘口是介於供應商庫存及在途庫存間之供應商出貨量率 (Vendor_Shipment_Rate_VMI)。

藉由資訊交換，供應商自海外客戶取得客倉出貨率資訊，經由比較客倉庫存與在途庫存實際量與目標量之總合差異值，得出客倉庫存調整量 (Customer_Inventory_Adjustment_VMI)。

除上述差異外，VMI 模式流圖其餘之結構與傳統 CMI 模式流圖相同，在此不贅。簡言之，供應商藉由資訊交換自海外客戶取得客倉出貨率及預估耗用量率資訊，並以供應商庫存作為供應鏈物流之中介調節機制，製造商生產量率及客倉出貨率間之流率差異得以獲得調節。



圖三 VMI 模式庫存管理系統流圖(資料來源：本研究)

四、績效評估模式

在於延續前兩節所建立之 CMI 與 VMI 庫存管理系統，本節進一步建構相關之績效評估子系統。得出存貨持有成本、庫存週轉率兩項關鍵績效指標。藉由關鍵績效指標之評估比較，找出兩模式關鍵差異因素，以獲取 VMI 營運模式系統性之知識。以下為計算關鍵指標之三項公式：

- * 存貨持有成本 = 庫存成本 * 庫存持有成本因子
= (庫存量 * 購入單價) * 庫存持有成本因子
- * 庫存週轉率 = 庫存成本 / 銷貨金額
- * 訂單達成率 = (出貨量/客戶訂貨量) * 100%

CMI 與 VMI 模式之績效評估子系統主要差異在於供應商庫存。在 CMI 模式中，並無供應商庫存機制，供應商負擔之庫存僅為 CIF 國貿交易條件下之海運在途部分。而在 VMI 模式中，供應商接受客戶委託在台灣建立庫存調整機制，供應商負擔之庫存除依 CIF 條件之海運在途庫存外，並需加計供應商庫存(Vendor_Inventory_VI)部分。

肆、模式模擬分析與討論

在模式建立之後，本章進而依據個別企業運作條件，設計對應之情境 (Scenario Design) 將真實世界中之各種企業動態(Business Dynamics)及經營關鍵因素萃取出來，組合成精要之經營情境。再針對所設計之情境進行動態模擬分析，實際模擬個案運作，並比較兩種庫存管理模式之經營績效。

一、情境設計

對於緊固件業而言，需求與交易型態的多樣化，使得緊固件業在經營上所面臨到停線(Risk of Line Shut Down)與呆料(Risk of Obsolete)的風險越來越高。圖四說明了緊固件供應鏈關鍵企業動態及兩大經營風險之關係。Y 軸右方代表不同的需求型態，包括定值需求、線性遞增、梯行突增波動與脈衝，需求越不規則的變化，供應商所面臨的停線風險就越高。X 軸是不同的交易

條件，包括付款交易條件與計價交易條件，若商品發生設計變更或下線，在寄售條件下供應商所面臨的呆料風險相對的提升。為達成本研究的目的：建構模式以提供庫存最佳化配置的建議，設計動態模擬分析之三種情境說明如下：

(一) 傳統安全庫存配置之模擬分析：

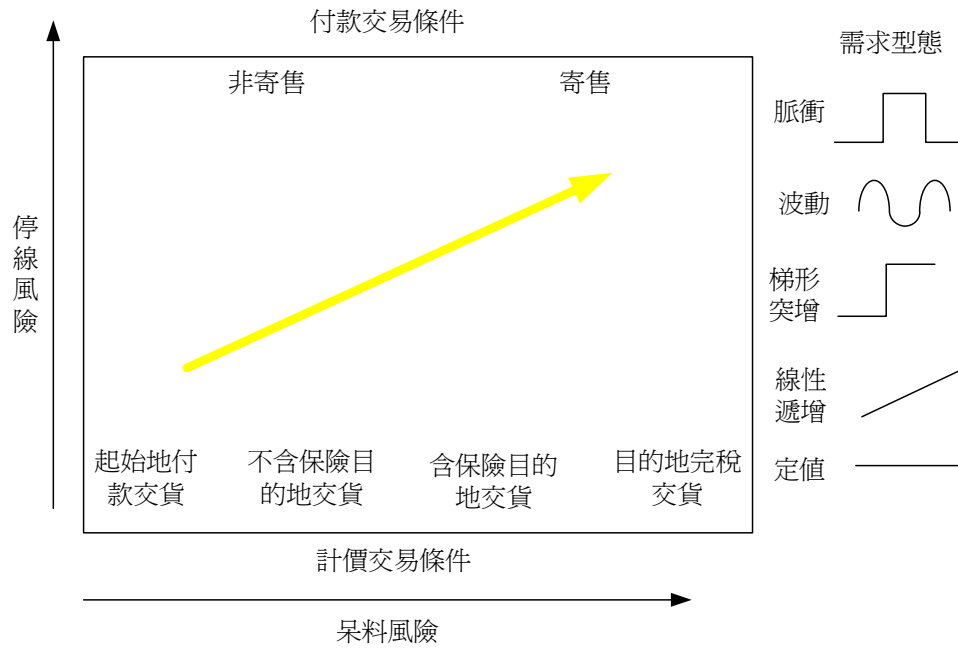
本情境設計，主要針對緊固件跨國供應鏈企業動態中之需求動態之多樣性，探討緊固件供應鏈各個成員，在 CMI 與 VMI 模式運作之下，因應各種不同需求形態之動態回應能力(Responsiveness)，及兩模式庫存動態變化之形態特徵。

(二) 梯狀突增需求下之最佳化庫存配置模擬分析：

本情境設計，主要針對緊固件跨國供應鏈企業動態中之需求動態進行探討。依據實務界之經驗，需求之動態除多樣性之特質外，在個別需求形態下，需求變量之突增或突減實為造成需求動態複雜性、不確定性之主因。緊固件產業因斷料停線風險極高，一般而言，需求量突增所導致問題之嚴重性大於需求量突減時之狀況而且一般用量變化幅度均在 50%以內增減。因此本情境採取 20%~50%梯狀突增量作為情境設計之主體形態。

(三) 寄售及非寄售交易條件下供應商庫存最佳化配置模擬分析：

本情境設計目的在於觀察台灣緊固件供應商，觀察在不同之交易條件(寄售及非寄售)，CMI 與 VMI 模式個別運作結果。依據實務界之經驗，依照海外倉點貨物所有權歸屬來區分寄售與非寄售模式。在本個案中，若儲存於海外倉點中之庫存所有權屬於友信，則為寄售庫存(Consignment Stock)。反之為非寄售庫存(Non-Consignment Stock)。在寄售交易條件下，供應商所承擔之最大呆滯存貨風險等於整體供應鏈庫存量之庫存成本



圖四 緊固件供應鏈企業動態及兩大經營風險關係圖

(資料來源：本研究)

二、情境模擬分析

本節分別介紹三種不同情境設計之下兩種模式之績效比較結果：

- * 傳統安全庫存配置之模擬分析
- * 梯狀突增需求下之最佳化庫存配置模擬分析
- * 寄售及非寄售交易條件下供應商庫存最佳化配置模擬分析

(一) 傳統安全庫存配置之模擬分析

首先，我們針對傳統安全庫存配置進行模擬分析，所謂傳統安全庫存配置是依實務界的經驗決定的安全庫存量，本節模擬緊固件跨國供應鏈成員，海外客戶、(台灣)供應商、(台灣)製造商，比較四種不同需求型態在傳統安全庫存配置策略之下，CMI 及 VMI 兩種不同模式的個別營運績效及供應鏈整體之營運績效進行探討比較，以明瞭兩模式面對四種不同需求形態下營運績效之差異，並探討造成差異之因素。其中 CMI 模式的安全庫存實務業經驗所得

的一般配置為 3 個月，VMI 則為 1 至 3 個月，而本節使用的四種不同需求型態簡單說明如下：

* 定值需求(Fixed Demand)：

係模擬需求由始至終，皆為一固定不變定值之情境；如市場在成熟高原期之需求。

* 定值波動(Sin Wave Demand)：

係模擬需求以固定週期(Period)及固定波幅(Amplitude)上下起伏之情境；如季節性需求。

* 線性遞增(Ramp Demand)：

係模擬需求以固定斜率(Slope)線性持續上升之情境；如成長型市場需求。

* 脈衝突增(Pulse Demand)：

係模擬需求在特定時點(Pulse Time)突增至一尖峰值(Pulse Quantity)，保持一段時間(Pulse Duration)後，再回復至先前狀態之情境；如年節突增之市場需求。

表五 傳統安全庫存配置下 CMI 與 VMI 營運績效之比較

比較對象		用戶需求型態							
		定值 (Step)		定值波動 (Sin Wave)		線性遞增 (Ramp)		脈衝突增 (Pulse)	
		CMI	VMI	CMI	VMI	CMI	VMI	CMI	VMI
海外客倉	平均訂單達成率(%)	100	100	97.7	100	100	100	100	100
	平均存貨持有成本(千元)	954	480	1026	431	1239	638	970	486
	平均存貨周轉率(%)	10.6	20.8	19.2	24.3	12.3	23.4	11.2	21.3
供應商	平均存貨持有成本(千元)	272	674	273	736	426	908	276	686
	平均存貨周轉率(%)	29.5	11.9	36.4	13.1	29.0	13.6	29.8	12.1
製造商	平均存貨持有成本(千元)	272	272	273	274	426	427	276	276
	平均存貨周轉率(%)	25.1	25.2	31	27.2	24.7	25	25.3	25.3
整體供應鏈	平均訂單達成率(%)	100	100	97.7	100	100	100	100	100
	平均存貨持有成本(千元)	1498	1426	1572	1441	2096	1974	1522	1448
	平均存貨周轉率(%)	17.4	17.4	16.8	18.1	19.1	19.2	17.5	17.5

表五列出供應鏈各個成員在 CMI 及 VMI 兩模式下之營運績效及其差異，在本節預設假說條件下，VMI 模式動態回應在四種需求型態測試下，均較 CMI 模式來得平穩迅速，呈現較為優越之系統回應結構。藉由增加供應商倉之庫存中介調整機制，將安全庫存量向供應鏈之後端配置；不但可獲致相同，甚至更高(定值波動需求)，之訂單達成率，並且能降低存貨持有成本，提昇存貨周轉率。

達成此一較佳營運績效所必須付出之代價，便是供應商必須建立安全庫存，並承擔該庫存衍生之相關存貨持有成本及庫存管理責任。供應商投入成本之回收，應與 VMI 模式之最大受益者 - 海外客戶，共同協商分擔，以共同創造並維持供應鏈整體營運優勢。

(二) 梯型突增需求下之最佳化庫存配置模擬分析

本節的情境考慮為梯型突增的需求型態，模擬的梯型突增量分別是突增 20%、突增 30%、突增 40%與突增 50%，在這四種狀況下，逐次測試 CMI 與 VMI 兩種模式，求出在訂單達成率(Order Fulfillment Ratio)為 100%時的最小安全庫存，稱為「梯型需求下最佳化庫存」。本節針對四種不同梯型突增量，在最佳化庫存配置情況之下，比較 CMI 和 VMI 模式的供應鏈個別成員之績效。

表六 梯狀突增需求下供應鏈成員營運績效彙整表(資料來源:本研究)

績效評估項目	梯型突增量	海外客戶		供應商倉		製造商倉		整體供應鏈	
		CMI	VMI	CMI	VMI	CMI	VMI	CMI	VMI
存貨持有成本(千元)	突增 20%	609	170	314	579	314	314	1238	1063
	突增 30%	841	221	336	713	336	335	1513	1269
	突增 40%	1095	277	358	855	358	357	1810	1488
	突增 50%	1369	337	380	1005	380	379	2129	1720
平均存貨周轉率(%)	突增 20%	21.4	69.8	29.5	16.8	25.1	25.3	25.0	27.1
	突增 30%	16.8	58.1	29.5	14.1	25.1	25.3	21.6	24.2
	突增 40%	14.0	50.2	29.5	12.6	25.0	25.2	19.1	22.0
	突增 50%	12.1	44.4	29.5	11.4	25.0	25.2	17.1	20.2

由表六可看出，就海外客倉及整體供應鏈而言，VMI 模式之營運績效均優於 CMI 模式；就製造商倉而言，VMI 與 CMI 模式之營運績效幾乎沒有差異；就供應商倉而言，VMI 模式營運績效遠較 CMI 模式不利。

(三) 寄售及非寄售交易條件下供應商庫存最佳化配置模擬分析

本節針對在寄售與非寄售之交易條件之下，傳統安全庫存配置與需求梯型突增最佳化安全庫存之 CMI 及 VMI 模式共四種模式，針對供應商所承擔之最大呆滯存貨風險做一模擬比較分析。

供應商最大呆滯存貨風險係以定值需求等於每週 10,000 庫存單位為前提，分別以製造商倉庫成本、供應商倉庫成本、在途倉庫成本及海外客倉庫成本，計算得出整體供應鏈平均庫存成本。在傳統安全庫存配置狀況下，CMI 及 VMI 模式均未考慮需求之可能變異，供應商最大呆滯存貨風險為定值。在需求梯型突增最佳化安全庫存配置狀況下，CMI 及 VMI 模式供應商最大呆滯存貨風險則因安全庫存量預設條件，梯狀突增變量自 20%至 50%不等，而有所不同。此外，將整體供應鏈平均庫存成本除以供應商之平均月銷貨額，得出供應商最大呆滯存貨風險銷貨月數，列於整體供應鏈平均庫存成本下括弧中。

表七 寄售交易條件下供應商最大呆滯存貨風險彙整表
(資料來源：本研究)

寄售交易條件下供應商最大呆滯存貨風險				
安全庫存預設條件	傳統安全庫存配置		需求梯狀突增最佳化安全庫存配置	
	(A) CMI 模式	(B)VMI 模式	(C)CMI 模式	(D) VMI 模式
梯狀突增變量 = +20%	8,549 千元 (5.3 月銷貨)	8,198 千元 (5.1 月銷貨)	8,090 千元 (4.3 月銷貨)	6,070 千元 (3.8 月銷貨)
梯狀突增變量 = +30%			8,970 千元 (4.8 月銷貨)	6,682 千元 (4.2 月銷貨)
梯狀突增變量 = +40%			9,850 千元 (5.2 月銷貨)	7,284 千元 (4.6 月銷貨)
梯狀突增變量 = +50%			發生庫存短缺	10,730 千元 (5.7 月銷貨)

由表七可見，在四種模式下，供應商最大呆滯存貨風險以需求梯狀突增最佳化安全庫存配置狀況下之 (D) VMI 模式為最低；且以安全庫存量預設條件為梯狀突增變量等於 20%時為最低。因此在寄售交易條件下，供應商承擔所有呆滯存貨之風險，自然以表七中之模式(D)為安全庫存配置之最佳化選擇。

另一方面，在非寄售交易條件下，供應商所承擔之最大呆滯存貨風險等於整體供應鏈庫存量減去海外客倉庫存量之庫存成本。表八將供應商所承擔之最大呆滯存貨風險作一分析彙整。

表八 非寄售條件下供應商最大呆滯存貨風險彙整(資料來源：本研究)

非寄售交易條件下供應商最大呆滯存貨風險				
安全庫存預設條件	傳統安全庫存配置		需求梯狀突增最佳化安全庫存配置	
	(E) CMI 模式	(F) VMI 模式	(G) CMI 模式	(H) VMI 模式
梯狀突增變量 = +20%	4,940 千元	6,158 千元 (3.8 月 銷貨)	4,940 千元 (3.1 月銷 貨)	5,389 千元(3.4 月銷貨)
梯狀突增變量 = +30%	(3.1 月銷 貨)			5,832 千元(3.6 月銷貨)
梯狀突增變量 = +40%	發生庫存 短缺			6,264 千元(3.9 月銷貨)
梯狀突增變量 = +50%				6,685 千元(4.2 月銷貨)

由表八可見，在非寄售條件四種模式下，供應商最大呆滯存貨風險係以 CMI 模式為最低；無論海外客倉安全庫存量配置方式為(E)或(G)。此一研究結果與真實世界之體驗相符。在 CMI 模式下，供應商因無須備置任何庫存，其承擔之最大呆滯存貨風險，僅止於供應鏈管路中之製造商倉庫成本、供應商倉庫成本、在途倉庫成本，且與海外客倉庫存水準高低不相關。

在非寄售交易條件下，若海外客戶能接受較梯狀突增最佳化庫存配置為高之海外客倉庫存量，供應商為降低本身之庫存成本及呆滯存貨風險，應將安全庫存量朝向海外客倉前端配置。

三、小結

依據本節模擬之結果，由海外客戶及整體供應鏈之角度，VMI 供應商代管庫存營運模式之營運績效均優於傳統模式，尤以海外客戶績效改善幅度最為顯著。以傳統安全庫存配置為例，VMI 營運模式能將客倉庫存量及庫存持有成本降低達 50%；若採用本研究得出之最佳化安全庫存配置方法，更能將客倉庫存量及持有成本降低達 75%。

伍、結論

本研究針對 VMI 供應商代管庫存模式，於緊固件跨國供應鏈之企業動態經營模式，進行現況探討、分析研究與解決方案尋優。並依據實務界個案，建構系統模型，並進行動態模擬分析；依據整體研究之結果，提出彙總結論，以供我國緊固件以及 C 類零配件產業，導入或執行 VMI 供應商代管庫存模式之參考。同時依據本研究過程中所發現之潛在機會，提出後續研究之方向。

研究結果顯示，VMI 有效提升整體供應鏈之績效。VMI 模式協助供應鏈成員互相分享產銷資訊並促進長期之夥伴關係，執行 VMI 不但可以大幅降低客戶採購與庫存之成本，也協助供應商穩定客群更使製造商能有效規劃生產排程。因此緊固件業供應鏈上之各個成員能夠專注其核心業務，創造更佳之競爭優勢。

VMI 營運模式屬於跨企業多點連動回應式之補貨系統，牽涉到供應鏈上下游成員之多庫複雜運作，本研究運用系統動力學處理動態性系統問題之長處，建立動態之 VMI 模型。此模式不但協助制定合約、運補參數與規劃產能配套政策，同時協助 VMI 之推廣工作，解除實務執行 VMI 之瓶頸。

本研究受限於投入之時間與研究規模，有部分變數與模組未能列入探討範疇。在此提出下列兩個主要方向，供後續研究之參考：

- * 將金流、人流、設備流納入模型，使系統更完備，更加符合實務界之運作。
- * 將 VMI 概念朝向供應鏈上游製造商以及原料供應商延伸，並建構相關模型。

陸、參考文獻

- 王裕文,1998, 半導體設備供應商備用零件存貨導入 VMI 之研究, 交通大學工業工程與管理學系碩士論文。
- 林福仁,2000,電子商務理論與實務：電子商務與供應鏈管理, 台北：華泰文化事業公司。
- 周貝珊,2001, 供應鏈中應用 VMI 之價值研究,淡江大學資訊管理研究所碩士論文
- 鄭穎聰,1999, 供應鏈長鞭效應因應政策之研究,台北科技大學生產系統工程與管理研究所碩士論文
- 顏得喆,2001, 供應鏈存貨管理模式之研究,台北大學企業管理學系碩士論文
- 翟志剛, 1998, 供應商管理庫存系統, 商業快速回應(QR/ECR)技術手冊,經濟部商業司
- Betts, B., 1994, *Manage My Inventory Or Else*, Computer World, Vol. 28, No. 5, 93-95.
- Chauouch, B., 2001, *Stock Level and Delivery Rates in Vendor Managed Inventory Programs*, Production and Operations Management, 10(1), 31~44
- Cottrill, K., 1997, *The Supply Chain of the Future*, Distribution, 96(11), 52~54.
- Disney, S.M., Towill, D.R., 2002, *A Procedure for the Optimization of the Dynamic Response of a Vendor Managed Inventory System*, 43, 27~58.
- Dong, Y., Xu, K., 2001, *A Supply Chain Model of Vendor Managed Inventory*, Transportation Research Part E, 38, 75~95.
- Forrester, J.W., 1968, *Principles of Systems*, Pegasus Communications, Inc., Waltham.
- Holmstrom, 1998, *Business Process Innovation in the Supply Chain – a Case Study of implementing Vendor Managed Inventory*, European Journal of Purchasing & Supply Management, 4, 127~131.
- Haavik, S., 2000, *Building a Demand-Driven, Vendor Managed Supply Chain*, Healthcare Financial Management, 54(2), 56~61
- Lamb, M.R., 1997, *Vendor Managed Inventory: Customers like the Possibilities*, Metal Center News, 37(2), 42~49.
- McCrea, 2002, *Partners Going Forward*, *Industrial Distribution*, 91(3), F7~F10.
- Nolan, 1997, *For Marmon/Keystone, VMI Offers Real Procurement Solutions*, Metal Center News, 37(2), 50~60.
- Nolan, K., 1998, *With Distributors in Mind, Northwestern Embraces VMI*, Metal Center News, 38(3), pp.32~36.
- Senge, P. M., 1994, *The Fifth Discipline*, Currency
- Simchi-Levi, D., P. Kaminsky, Simchi-Levi E., 2001, *Designing and Managing the Supply Chain*, McGraw Hill.
- Stratman, S., 1997, *VMI: Not Just Another Fad*, *Industrial Distribution*, 86(6), 74~78.
- Sterman, J. D., 2000, *Business Dynamics*, Irwin McGraw-Hill Companies, Inc.
- Yossi, A., 1998, *Planning Models for the Design of Capacitated Multi-Stage Production and Distribution Systems, (Demand, Inventory, Vendor Managed Inventory)*, Operation Research, DAI-B 59/06, 30-34.
- Waller, M., Johnson, M. E., Davis, T., 1999, *Vendor Managed Inventory in the Retail Supply Chain*, *Journal of Business Logistics*, 20(1), 183~203.
- Williams, M.K., 2000, *Making Consignment and Vendor Managed Work for You*, Hospital Materiel Management Quarterly, 21(4), 59~63.

作者簡歷

屠益民

德國曼漢大學工業管理博士，現為國立中山大學資訊管理系副教授，主要研究領域為系統動力學、策略管理、工業管理、供應鏈管理。研究論文曾發表於中山管理評論、工業工程學報、都市與計劃、交大管理評論。研究論文曾多次於 International Conference of The System Dynamics Society 發表。

侯君溥

美國維州理工大學工業工程暨作業研究博士，現為國立中山大學資訊管理系教授，主要研究領域為商業自動化、電子商務、供應鏈管理、系統模擬，研究論文曾發表於資訊管理學報、中山管理評論、工業工程學刊、International Journal of Operations and Production Management。

鄭祖漢

國立中山大學資訊管理系碩士，現為友信國際股份有限公司總經理。