

An Empirical Study and Modeling of Bullwhip Effect in Electronic and Information Industry

計畫編號：NSC88-2213-E-009-021

執行期間：87/08/01---88/07/31

主持人：巫木誠 mcwu@cc.nctu.edu.tw

執行單位：國立交通大學工業工程與管理學系

一、中文摘要(關鍵字:長鞭效應；供應鏈；需求管理)

長鞭效應(Bullwhip Effect)是供應鏈體系一個常見的現象。此效應意指一個由上、中、下游產業所構成的供應鏈，在下游產業一個細微的需求變異，到中游產業此變異程度會擴大；並且到上游產業會更形擴大。此種現象曾出現在各種不同產業的供應鏈，如電腦業、農產業及製藥業。由於長鞭效應的影響，造成一個供應鏈的總體存貨金額龐大；一般而言皆以數百億甚至數千億之新台幣計算，因此如何構建長鞭效應的解析模式並提出因應策略是一個相當重要的研究課題。

長鞭效應的解析模式，目前在文獻上雖已略有討論，但尚屬萌芽時期，該等模式是否具有足夠的一般性，能否應用於我國特定產業供應鏈的現況，也不得而知。有鑑於此，我們提出一個三年的計畫，擬對我國電子資訊產業，亦即從半導體製造、電子零件製造、電腦及其周邊系統組裝、到產品配銷所構成的供應鏈進行長鞭效應的實証研究，期能以實証的資料發展出有效的解析模式，並進而驗證各種因應策略的有效性，以提昇我國電子資訊產業整體的競爭力。

本計畫是一個三年的研究計畫，第一年的研究目標是文獻的回顧與發展理論的模式。目前的進度是已完成文獻回顧，並依各種訂貨、供貨、接單及退貨模式將各種產業狀況分成64種情況。並即將對每一種情況進行電腦模擬，以掌控長鞭效應之

要因。

第二年之計畫擬以上述理論模式在電腦或其週邊產業進行實証研究，以了解本國電腦及週邊產業的長鞭效應行為、主要成因及反制之道。

英文摘要(**Keywords:** Bullwhip Effect, Supply Chain, Demand Management)

Bullwhip effect is a significant phenomenon appearing in a supply chain (a system consisting of several units interfaced with upstream and downstream relationships). This effect claims that demand order variabilities are amplified as one moves up the supply chain. That is, a small fluctuation of demand in retail stores would cause higher demand fluctuation in its upstream units--distributors, and the demand fluctuation would become more adverse as it moves up the next upstream units--manufacturers. This phenomenon has been found in several industries such as computer, grocery, and pharmaceutical industries.

The major impact of the bullwhip effect would cause tremendous amount of inventories. The inventories at stake in a supply chain typically would be in the order of billion US dollars. Therefore developing a model for analyzing the bullwhip effect and proposing the counter-actions is very important to industries. However, the development of such models in literature is still at an infant stage.

We therefore propose a 3-year research plan aiming to study the bullwhip

effect in the supply chain of our electronic and information industry. The supply chain includes semiconductor industry, electronic component industry, computer assembly industry, and the computer distribution industry in our country. The main objective of this research is developing an effective model, through empirical studies, for analyzing the bullwhip effect. Based on such a model, counter-actions for our electronic and information industry then can be quantitatively justified. The research results would be helpful to enhance the integrated productivity of our electronic and information industry.

The objectives of the first year are to finish a comprehensive literature review and develop analytical models for the bullwhip effects. The literature review task has been done, and a model for modeling the scenario of a supply chain has been developed.

The objective of the second year is to investigate the bull-whip effects in computer or its peripheral industries. That is, empirical data collected from this industry will be used to justify and modify the analytical model developed in the first year.

二、計畫緣由及目的

近幾年來，生產管理的研究逐漸重視廠際間的介面關係，亦即供應鏈管理（Supply Chain Management）。所謂供應鏈係指由數個子系統所構成之大體系，而且該子系統彼此間具有產銷的上下游關係。供應鏈管理的目的，就是希望藉由探討這些互為上下游產業彼此間之互動關係，以提昇整體供應鏈的生產力。

在一供應鏈體系上常可發現『長鞭效應』（Bullwhip Effect）的現象。這個效應是說在一個上、中、下游的體系中，下游些微的需求變動，可能造成中游的需求大幅度的變動，進而造成上游的需求變動更嚴重。亦即下游的需求變動是以放大倍數的方式向其上游傳遞，傳遞的層級越遠，造成的影響越大。此種現象在數個常見的

產業，如電腦業、製藥業及農產業皆有案例發生[1]。

長鞭效應的影響主要是造成整個供應鏈的存貨增加。如果一個產業的存貨成本龐大，（如我國的電子資訊產業，其存貨金額約高達新台幣數百億甚至數千億元。）長鞭效應帶來的影響便不容小覷。

從目前國內的資訊展或各電腦商場的賣場情形，甚至各種廣告媒體的大量宣傳，在在顯示國內印表機業的競爭情形已到了相當激烈的程度，而除了我們所瞭解長鞭效應所帶來的存貨成本問題以外，印表機佔有一定空間的體積，在租金成本昂貴的賣場，為各店家帶來空間佈置的問題以及增添賣場的繁雜、無秩序感...等因素，使得本研究認為探討印表機的長鞭效應問題為相當重要的課題。

由於近年來供應鏈管理的興起，使得長鞭效應的問題正式受到重視。然先前學者的研究報告中，卻僅止於一一列舉可能的成因，對於長鞭效應的問題未能做全盤性的考量，亦缺乏系統性的分析方法。直至本研究於前一年度計畫提出長鞭效應之情境分析模式[2]，才藉由此架構對長鞭效應的問題可以做有系統的分析，逐層一一剖析可能的成因，找出長鞭效應的核心問題。

本研究即參考第一年度計畫長鞭效應之情境分析模式，針對印表機產業的特性，依此情境分析模式逐步探討長鞭效應可能的成因。並對印表機產業供應鏈中的零售業者進行實地調查，以藉由實地的驗證，說明預測誤差在印表機供應鏈中所產生的存貨問題將會往上游加成擴大。

由於國內印表機市場的競爭激烈，各廠牌的銷售情況大不相同，因此，本研究選擇電子時報出版1998年台北資訊展調查研究報告中，「品質形象」與「民眾可能購買率」均排名第一的Epson印表機作為主要的研究對象[3]。而在此情境分析模式下，可能的供應鏈情境組合甚多，無法一一詳加討論。因此，僅針對「預測

誤差」引起供應鏈中各階層存貨的長鞭效應加以探討。

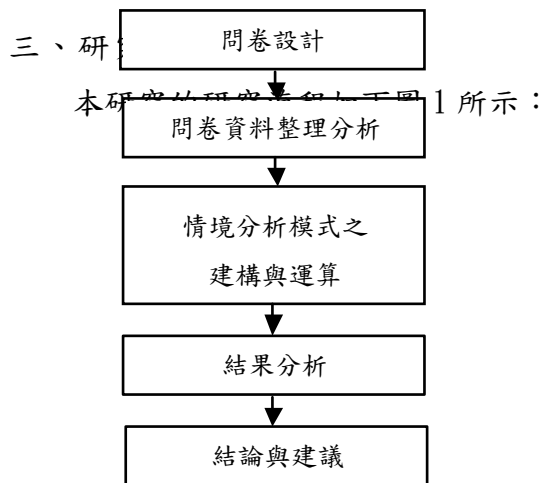


圖 1 研究流程圖

3.1 問卷內容

本問卷的內容主要為配合 Epson 印表機業長鞭效應之情境分析模式而設計，內容主要針對零售商設計，包括業者的基本資料與 Epson 印表機存貨問題、業者與上游代理商的實際交易情形、業者與下游顧客的實際交易情形與平行業者之間的實際交易情形等四部分共 21 題。

3.2 問卷調查結果

本研究的問卷調查對象以台北站前區的 T. T. STATION 以及 NOVA 廣場中，有銷售 Epson 印表機的業者為主。發放方式為人員發放，共計發放 20 份問卷，回收 19 份問卷，其中有效問卷有 18 份。針對各部分的調查統計結果如下說明：

本研究針對問卷第一部份-存貨問題所作的問卷調查，從問卷調查結果中得知，受訪者當中有 83% 的業者在經營時，感受到 Epson 印表機的存貨問題。顯示零售業者的確有存貨方面的困擾。

本研究針對問卷第二部份-零售商與上游的交易情形所作的問卷調查，問卷調

查的結果顯示，Epson 印表機的代理商分佈在「1-3 家」為最多，而根據業者表示，Epson 印表機的代理商實際只有 4 家，其餘的則為水貨市場代理商。

本研究針對問卷第三部份--零售商與下游的交易情形所作的問卷調查，結果發現零售商平均每個月的銷售量也集中在「11~20」台，4 家零售商每月訂購量在 20-30 台，但僅有二分之一的業者銷售量可以達到相同的水平。

本研究針對問卷第四部份--零售商與同屬於零售階層的平行業者之交易情形所作的問卷調查，結果有 85% 的零售商彼此之間有「互相調貨」的行為，其中最多合作的對象集中在「1-3」家以內，佔有 56%；值得一提的是這些會合作的平行商家，通常屬於同一公司，只是不同門市店；甚至在一個商場內有 3 家以上的門市隸屬同一公司。而調貨也多屬於立即性需求，因此，72% 都在「一天」內完成；調貨的情況一旦發生，表示市場的需求大增，因此能調到的貨最多分佈在「3 台以下」者為最多；上表 3-16 中能調到 14 台 Epson 印表機以上的零售商，其乃因同公司分屬的門市店家數在附近的賣場較多所致。

3.3 模式構建

以下即針對 EPSON 印表機的產銷結構、各階層產銷管理的四種決策行為及終端需求來做分析與探討，並且根據需要做部份適當的假設，再以數學模式分別表達。

A. 製造商的產銷管理決策行為

a. 訂購決策

- 生產策略不考慮產品的生命週期
- 已為最上游，不討論上游的產能問題
- 可發出緊急生產訂單
- 不可取消生產訂單
- 大量生產不影響生產成本
- 生產的前置時間固定
- 定期生產

b. 接單決策

- 對於下游訂單完全接受，不考慮自

- 身的產能限制問題
 - 訂單的處理時間穩定
- c. 出貨決策
 - 缺貨需後補
 - 不可提前出貨且一次交貨
 - 有緊急訂單的情況
 - 交貨與後補時間穩定
- d. 退貨決策
 - 沒有退貨
- B. 配銷商的產銷管理決策行為
 - a. 訂購決策
 - 訂購時不考慮產品的生命週期
 - 訂購時不考慮上游的產能問題
 - 可發出緊急訂單
 - 不可取消已發出的訂單
 - 大量訂購無數量折扣
 - 訂購的前置時間固定
 - 定期訂購
 - b. 接單決策
 - 對於下游訂單完全接受，不考慮自身的產能限制問題
 - 訂單的處理時間穩定
 - c. 出貨決策
 - 缺貨需後補
 - 不可提前出貨且一次交貨
 - 有緊急訂單的情況
 - 交貨與後補時間穩定
 - d. 退貨決策
 - 沒有退貨
- C. 零售商的產銷管理決策行為
 - a. 訂購決策
 - 訂購時不考慮產品的生命週期
 - 訂購時不考慮上游的產能問題
 - 可發出緊急訂單
 - 不可取消已發出的訂單
 - 大量訂購無數量折扣
 - 訂購的前置時間固定
 - 不定期不定量訂購
 - b. 接單決策
 - 對於下游訂單完全接受，不考慮自身的產能限制問題
 - 訂單的處理時間穩定
 - c. 出貨決策
 - 缺貨需後補

- 不可提前出貨且一次交貨
- 有緊急訂單的情況
- 交貨與後補時間穩定

- d. 退貨決策
 - 沒有退貨

D. 終端需求的型態假設

- a. 訂購決策
 - 不可取消已發出的訂單
 - 需求隨時間而變動
 - 不定時不定量訂購
- b. 退貨決策
 - 沒有退貨

3.4 結果分析

經過本研究模式運算的結果，得到 EPSON 印表機供應鏈中各階層之訂購數量變化，當終端需求有所變動時，會造成整個供應鏈層級愈向上游訂購量變動愈為劇烈，將整個模式運算結果彙整如下表 1，可以更清楚地顯示各階層間的數量變化差距。

表 1 各階層在 365 天存貨變化的統計表

	Customer	Retailer	Distributor	Factory
最大訂購量	323	358	365	452.7
最小訂購量	110	0	0	0
訂購量差異	213	358	365	452.7
平均訂購量	187	92	92	91
訂購量變異	3509.8	9981.2	10037	10180
最大存貨量		167	241	405
最小存貨量		0	0	18.8
存貨量差異		167	241	386
平均存貨量		85	119	175
存貨量變異		2595.3	3477	5472.7
平均訂單達成率		96%	100%	100%
平均每天缺貨量		2	0	0

四、結論與成果

長鞭效應為業界帶來最大的難題即是存貨問題，透過第一年度計畫所提出的長鞭效應情境分析模式，可以完整的考慮到長鞭效應的成因，進而協助管理者盡早提出反制的方法，以降低企業本身的存貨變動情形。

本研究的目的即在驗證第一年度計畫所提出的長鞭效應情境分析模式。根據此

模式發展出一適合 Epson 印表機供應鏈的情境分析模式，並針對模式中的各情境要素，採問卷調查的結果，使以最接近實際情況的方式，進行實作；驗證根據此模式的架構，的確可以發現 Epson 印表機供應鏈中存在長鞭效應的情形。

根據本研究結果顯示，在 Epson 印表機整個供應鏈體系中，各階層對終端需求的預測誤差，實為長鞭效應的主要因素。供應鏈下游零售商些微的銷售預測誤差會經由加成作用向上游傳遞，造成在上游的預測資訊扭曲更大，而使得存貨量也成倍數向上游遞增。反之，當供應鏈中各階層在預測終端需求時能準確無誤差時，其所造成長鞭效應的程度較為輕微。可見，在供應鏈中，各階層如何對顧客需求準確的預測是管理者不容忽視的重要課題。

五、參考文獻

- [1] Lee Hau L., V. Padmanabhan, and Seungjin Whang, "The Bullwhip Effect in Supply Chains," *Solan Management Review*, Spring 1997
- [2] 巫木誠，電子資訊產業供應鍊管理-子計畫一：長鞭效應之模式購建與實證研究，國科會專題研究計畫報告，NSC87-2213-E-009-051，1998
- [3] 電子時報，1998 年台北資訊展調查研究報告，台北：大橡文化事業股份有限公司，1999