

國立交通大學

管理學院碩士在職專班管理科學組

碩士論文

以再訂購點與訂購量為決策變數下TFT-LCD設備
零件存貨模式之研究

An Inventory Model of TFT-LCD Equipments' Spare Parts with
Reorder Point and Reorder Quantity as Decision Variable

研究生：宋炫慶

指導教授：姜齊教授

中華民國九十八年一月

以再訂購與訂購量為決策變數下TFT-LCD設備零件存貨模式之研究

研究生：宋炫慶

Student: Hsuan-Ching Sung

指導教授：姜齊

Advisor: Chi Chiang



A Thesis
Submitted to Master Program of Management Science
College of Management
National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Business Administration
In
Management Science
January 2009
Hsinchu, Taiwan, Republic of China

以再訂購與訂購量為決策變數下TFT-LCD設備零件存貨模式之研究

學生：宋炫慶

指導教授：姜齊 教授

國立交通大學管理學院碩士在職專班管理科學組

中文摘要

設備零件的存貨並非是出售給客戶的終端產品，因此其庫存管理方法也不同於在製品庫存或其他的庫存。而TFT-LCD設備的零件具有種類繁多、使用頻率差異大…等特性，而實務上也會依照零件的需求頻率與零件價格採用不同的庫存管理政策來管理。在使用頻率高的零件大多假設其需求呈現常態分配，但是容易忽略了零件需求的產生與設備發生故障的機率有密切關係；而卜瓦松分配較適合用於估計設備發生故障的機率。本論文採用永續盤存制中的 (s, Q) 存貨政策，針對快速流動的零件提出一簡單存貨模式，在供應商的前置時間確定下假設需求呈現複合卜瓦松(Compound Poisson)分配，來推導出最適的安全庫存因子進而決定最適的再訂購點與最適訂購量使得整體的採購成本為最小。研究的結果顯示：

- (1). 平均需求數量直接的影響了再訂購點、再訂購量與總成本。
- (2). 前置時間的縮短對總成本的下降，並無顯著的幫助，但可以有效的降低庫存水準，並且使每次的訂購量下降。
- (3). 當缺貨成本增加，會使得再訂購點上升而訂購量下降。因此當訂購成本低而缺貨成本高時，採購最適當的備料模式會趨向於 $(S-1, S)$ ，即缺一補一模式。

關鍵詞：設備零件、快速流動、複合卜瓦松、再訂購點、再訂購量

An Inventory Model of TFT-LCD Equipments' Spare Parts with Reorder Point and Reorder Quantity as Decision Variable

Student : Hsuan-Ching Sung

Advisor : Chi Chiang

Institute of Master Program of Management Science

National Chiao Tung University

ABSTRACT

Spare parts inventories are not the final products to be sold customers and the policy which govern spare parts inventories are different from WIP and some other inventories. Spare parts of TFT-LCD equipment have characteristics of multi-items, high difference of usage and high difference of prices; hence managers usually use different inventory policy according to the usage and price of spare parts to govern spare parts inventories in practice. For those fast-moving items, most literatures assume that the demand is Normal distribution. It will overlook the relation between the demand of spare parts and malfunction of equipment. In this study, we develop a simple inventory model for the fast-moving spare parts under the continuous (s, Q) inventory policy, lead-time constant and demand follows compound Poisson distribution. Then, we find the optimal reorder point and the reorder quantities that make total cost minimal. The study result shows:

- (1). Average demand quantities affect reorder point, reorder quantity and total cost directly.
- (2). Lead time reduction does not mean the total cost reduction, but can help to reduce inventory level and reorder quantities.
- (3). The shortage cost increasing will lead the reorder point up and reorder quantities down respectively. Therefore, when the ordering cost is low and the shortage cost is high, the optimal purchasing decision will close to $(S-1, S)$, that means lot-for-lot policy.

Key words: spare parts, fast-moving, compound Poisson, reorder point, reorder quantities.

誌謝

寫到誌謝，代表著研究所的課程告了一段落。由職場重返校園充實自己，是件甜蜜的負擔。回想起過去兩年多來的時間，下了班趕上課，假日除了上課，多數的時間也是在準備學校的課業，雖然辛苦但總感覺自己像是個不滿足的海綿，渴望著接受新知。

首先感謝指導教授-姜齊老師淵博的知識、精采的授課，啟發了我對營運管理領域強烈的興趣，進而引導我研究存貨的領域。也感謝交大管科所的老師們，用心的治學，帶領著我們進入知識的寶山，不斷挖掘。沒有這些優秀頂尖的老師，怎會造就今日交大學生的傑出表現？感謝口試的老師們：林君信老師、陳瑞順老師和許昌仁老師，您們寶貴的意見，讓此篇論文更加的完善。感謝來自不同背景同學們，總能在課餘相互鼓勵、分享人生經驗；感謝中華映管公司的長官們，支持我的學業，在公事繁忙之餘仍不忘關心我學業的進度。感謝所有曾經鼓勵、祝福過我的好朋友們。感謝即將成為我們家的一份子-思尹，貼心的陪在我身邊，不斷地鼓勵我完成論文。

最後我要感謝我的父母，默默的陪伴著我桃園、新竹的往返，為我打理一切，讓我能在工作之餘還能專注完成學業。

宋炫慶 謹誌於交通大學

2009年1月

目 錄

第一章、緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 研究目的.....	3
1.4 研究架構.....	3
第二章、文獻探討.....	5
2.1 存貨管理基本探討.....	5
2.2 存貨模型總成本極小化相關文獻.....	9
2.3 設備零件存貨管理相關文獻.....	12
第三章、研究方法.....	14
3.1 研究流程.....	14
3.2 定義問題.....	15
3.3 常態分配下的總成本模式.....	17
3.4 複合卜瓦松分配下的總成本模式.....	20
3.5 求解步驟.....	25
第四章、資料分析與結果.....	26
4.1 個案公司背景描述.....	26
4.2 需求量服從常態分配之數值分析.....	28
4.3 需求服從複合卜瓦松分配之數值分析.....	30
4.4 敏感性分析.....	32
4.5 小結.....	37
第五章、結論與建議.....	38
5.1 研究結論.....	38
5.2 研究貢獻.....	39
5.3 未來研究方向與建議.....	39
參考文獻.....	41
附錄一、常態分配下軟體求解過程.....	44
附錄二、複合卜瓦松分配下軟體求解過程.....	45

圖目錄

圖一、1999年~2012年全球TFT-LCD設備支出展望.....	1
圖二、傳統EOQ模型.....	6
圖三、各類存貨模型.....	7
圖四、研究流程圖.....	14
圖五、(s, Q)存貨政策下補貨模式.....	17
圖六、前置時間變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率.....	33
圖七、需求次數變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率.....	34
圖八、缺貨成本變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率.....	35
圖九、需求數量變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率.....	36
圖十、需求數量變異數變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率.....	37

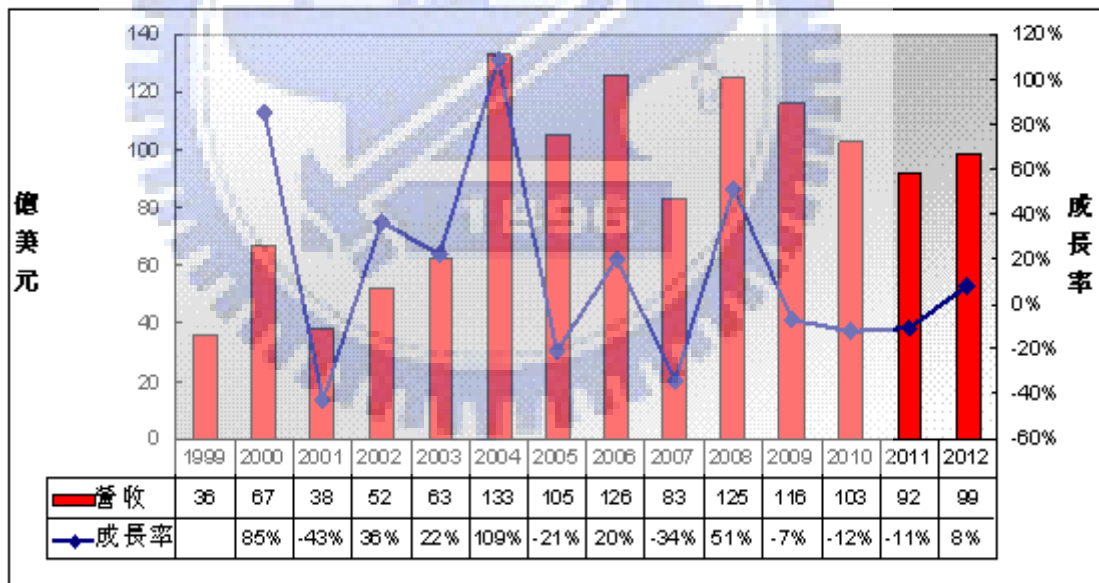
表目錄

表一、2006年我國TFT-LCD分段產值及自給率.....	2
表二、定期盤存制與永續盤存制比較.....	8
表三、原假設與新假設比較表.....	21
表四、C公司產能分佈狀況.....	26
表五、C公司近四季營運概況.....	27
表六、常態分配模式下的參數設定.....	28
表七、常態分配下 Q 與 k 值的觀察過程.....	29
表八、複合卜瓦松分配模式下的參數設定.....	30
表九、複合卜瓦松分配下 Q 與 k 值觀察過程.....	31
表十、前置時間變動對($s, Q, ETAC$)的影響.....	32
表十一、需求次數變動對($s, Q, ETAC$)的影響.....	33
表十二、缺貨成本變動對($s, Q, ETAC$)的影響.....	34
表十三、需求數量變動對($s, Q, ETAC$)的影響.....	35
表十四、需求數量變異數變動對($s, Q, ETAC$)的影響.....	36

第一章、緒論

1.1 研究背景

TFT-LCD 產業中的設備市場一直都具有相當大的規模，同時也具有技術門檻高的特性。DisplaySearch 於 2008 年公佈的統計報告中指出，雖然受到 2004 年到 2006 年間全球的面板廠大舉擴張、造成產能過剩，面板產業歷經景氣低潮後，2007 年整體設備市場規模萎縮至 83 億美元，為 2004 年以來的新低；但自 2007 年下半年各國主要面板廠陸續宣布次世代的建廠計畫後，TFT-LCD 設備的景氣也隨之復甦，依照 DisplaySearch 推估 2008 年 TFT-LCD 的設備市場規模將達到約 125 億美元的規模，較 2007 年大幅成長了 51%。下圖一為 1999 年~2012 年全球 TFT-LCD 設備支出展望。



資料來源：DisplaySearch(2008/04)金屬中心ITIS計畫整理

圖一、1999 年~2012 年全球 TFT-LCD 設備支出展望

依據工研院統計，台灣在 TFT-LCD 設備的自給率由 2005 年的 21.9% 成長至 2006 年的 31.2%，產值達到新台幣 378 億元；另外在設備零組件的自給率也由 2005 年的 20% 成長至 2006 年的 30%，產值達到新台幣 30 億元。在自給的設備中主要多集

中在後段的模組、檢測與自動化設備。對於技術門檻較高的關鍵製程設備，如：曝光機、物理氣相沉積設備(PVD)與化學氣相沉積設備(CVD)、塗佈機(Coater)…等，皆仍需依賴國外進口，因此在設備零組件也多需透過國外原廠設備商。下表一為國內 TFT-LCD 設備分製程自給率與產值。

表一、2006 年我國 TFT-LCD 分段產值及自給率

類別	需求(新台幣億元)	自給率(%)	產值(新台幣億元)
Array	751	8.8	66.1
Cell	145	39	56.7
Module	50	74	36.8
檢測	110	79.4	87.6
自動化	158	83	130.8
合計	1,212	31.2	378

資料來源：經濟部工業局(2007/11) / 金屬中心 ITIS 計畫整理

政府在推動 TFT-LCD 設備國產化的同時也訂定關鍵零組件自給率將由 2005 年的 20%提升至 2008 年的 70%，預估產值為新台幣 175 億。

1.2 研究動機

對於製造業而言，物料的採購更是整個製造活動的起點，同時物料採購的成本也通常是公司產品中的最大一部分。Weber et al.(1991)指出在高科技產業中原材料的採購及相關的服務佔了公司產品總成本的 80%。若因不良的供應管理使得整體成本上升或是物料供應發生缺口都將對公司的利潤與市場佔有率造成嚴重的影響。因此採購部門的功能除了設法取得較低的物料價格外，更應該廣義的思考整體採購活動中是否為最有效率且成本最低。

TFT-LCD 的設備具有總類繁多、各製程的設備功能差異性大、零件共用性低且各個零件的單價差異大…等特性，因此設備零件採購管理與庫存一直以來都是面

板廠的關注的議題之一。Kennedy et al. (2002)指出設備零件的庫存目的是使設備工程師確保設備運轉順暢，這類的庫存並不會直接銷售給終端客戶。另外零件的庫存政策通常也與在製品(Work in Process, WIP)或製成品(Finished Products)庫存不相同。製成品庫存可能因為生產排程與生產速率的變動、改善產品品質或是縮短前置時間來增加或減少庫存，零件的庫存水準通常是和設備使用率或是維修率有關；當維修所需的某種零件發生交貨的延遲時，則設備維修的計畫將立即受到影響。既然設備在使用的同時因生產造成的零件損耗屬必然之現象；那麼對於採購部門而言，如何在公司訂定的存貨政策中使整體成本極小化將會是未來重要的課題之一。

1.3 研究目的

在現有相關零件存貨管理的文獻當中，多將零件依照設備的特性分類為關鍵性與非關鍵性零件，或是依照零件使用的頻率區分為快速流動或慢速流動的零件，在依照給定的存貨政策下提出不同的存貨模型來探討總成本，而多數研究對快速流動的零件大多假設需求為常態分配。但實務上設備零件需求發生的機率通常與設備故障發生的機率有直接的關聯性，單就將零件的需求假設為常態分配，容易忽略需求發生的次數。因此本研究的主要目的為探討當需求發生的次數呈現卜瓦松分配而每次的需求量為常態分配時，採購人員因如何決定再訂購點與訂購量，使得總採購成本為最小。

1.4 研究架構

本研究主要將聚焦在 TFFT-LCD 設備高使用率的零件並探討其採購決策模式。本研究共分為五章，各章節內容概要說明如下：

第一章 序論：為說明研究的背景與動機、確定研究目的以及研究的流程。

第二章 文獻探討：首先對存貨基本理論與傳統 EOQ 模式進行回顧，並且分別針對五種常用存貨政策、與 ABC 管理法進行探討。接著回顧在 (s, Q) 存貨政策下，探討總成本最低的相關文獻；最後則針對近年設備備品管理的相關文獻進行整理與探討。

第三章 研究方法：本章首先確定研究的架構與研究流程，並且在定義的研究範圍將欲研究的問題轉換為本研究的假設條件。延用多數假設，將快速流動零件的需求假設為常態分配，假設前置時間為確定，以 Silver et al. (1998) 的模式為基礎加以推導；接著引用朱艷芳與林為欽(民，93)的假設，在需求次數呈現卜瓦松分配與需求量呈現常態分配的狀況下，推導出新的再訂購點、再訂購量與年度期望總成本。

第四章 實例分析：以國內某面板廠為例，選定某項快速流動的設備零組件，並擷取其歷史採購資料代入本研究所提出的模式中，計算最適的再訂購點與再訂購量。最後針對模式中的各個參數進行敏感性分析，觀察各參數變化對於總成本的影響，供採購人員於未來進行採購決策時的參考。

第五章 結論與建議：針對本研究所提出的模式結果進行整理，並對模型內的限制與未來可再進行研究的方向提出建議。

第二章、文獻探討

2.1 存貨管理基本探討

2.1.1 經濟訂購量(Economic Order Quantity ;EOQ)

企業擁有存貨的目的不外乎：維持運作的獨立、滿足需求的變動、允許彈性的生產排程、避免缺料的狀況產生以及利用經濟採購量獲取價格折扣以及較低的單位運輸成本。而整個存貨政策則是需要解決以下兩個問題：

- (1). 訂購量為何？
- (2). 何時訂購？

大多數的文獻在探討長期總平均成本的模型多會由總存貨成本來看，因為總存貨成本包含了：

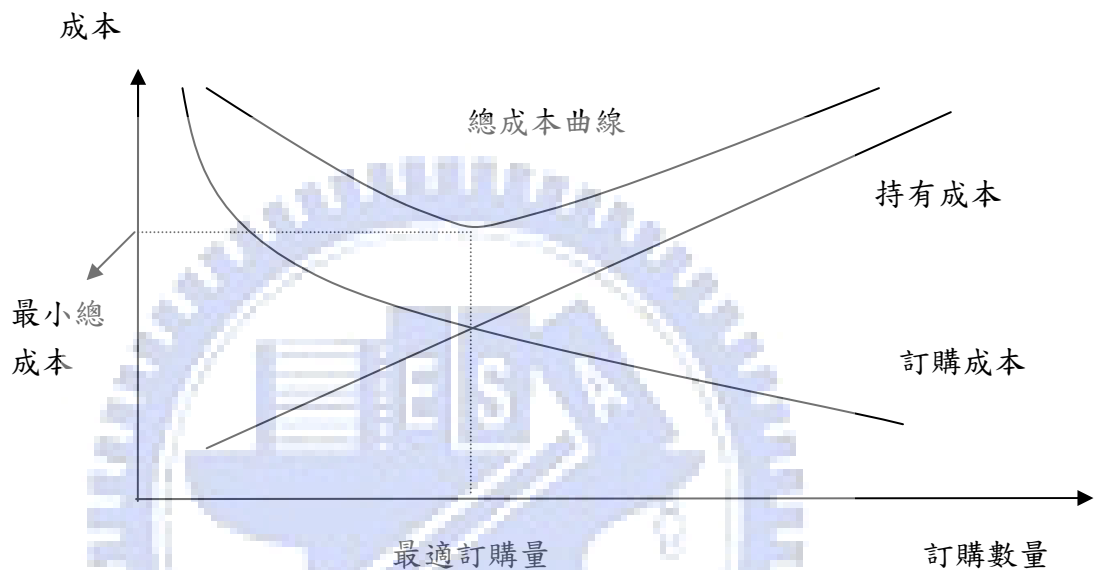
1. 採購成本(Purchasing cost)：指貨品的單位採購價格，可能是固定的常數，也可能因為付款條件與數量的不同而產生價格折扣。
2. 訂購成本(Ordering cost)：代表每發出一比訂單所產生的固定費用，此項的成本和訂購的數量無關，但有會因為供應商的多寡而影響訂購成本。
3. 持有成本(Holding cost)：貨品存放在倉庫所需要的維護成本，包含了：保險費用、利息損失、處理費用、倉儲費用、折舊費用以及資金的機會成本…等其他作業產生的費用，通常在 25%~30%以上。
4. 缺貨成本(Shortage cost)：因缺貨所造成的損失，包含因無法順利出貨所造成的收益損失與公司商譽的損失，以及因緊急定購所產生的額外訂購成本，如：趕工費用與運輸費用。

EOQ 模型最早是由 Ford W. Harris 所提出，古典 EOQ 模式有幾個重要的假設：

1. 需求為已知且固定。
2. 前置時間為已知且固定。

3. 一次性交貨，也就是說所有的需求都是一次到達，不考慮分批交貨。
4. 不考慮價格折扣。
5. 唯一的影響成本的變動因素為訂購的成本與庫存持有的成本。
6. 訂單發出後即可完全避免缺貨狀況。

傳統的EOQ模式下，最適訂購量如下圖二：



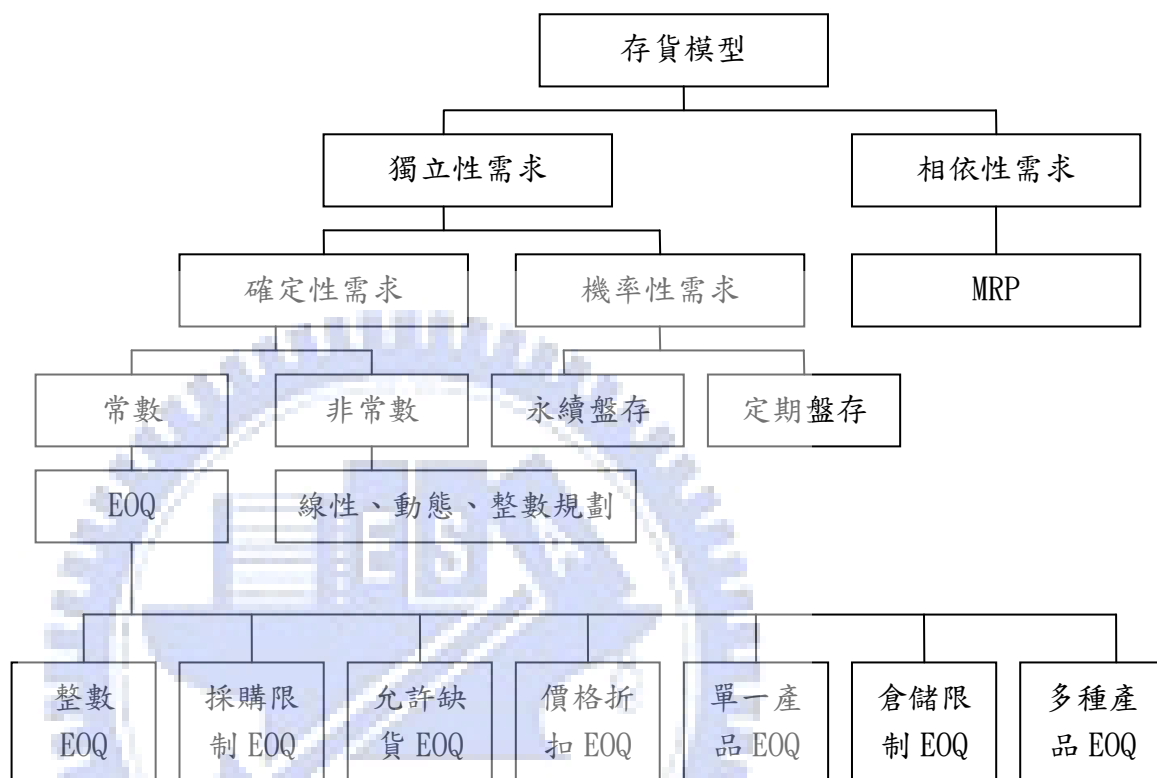
圖二、傳統EOQ模型

由上圖可知，訂購成本與持有成本間具有抵換的現象。當每次的採購量越大，訂購成本也隨之越小；但相對的，因為大量訂購所產生的資金、倉儲…等持有成本也隨之增加。所以在上述假設條件下，當年度訂購成本等於年度持有成本時，總成本為最小。年度訂購成本=年度需求/每次訂購量*每筆訂單的訂購成本；持有成本=平均存貨*每年每單位的持有成本。在上述假設條件下，當年度訂購成本等於年度持有成本時，總成本為最小，所以我們可以知道：

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{年度需求量} \times \text{訂購成本}}{\text{持有成本}}}$$

2.1.2 需求、存貨系統與存貨政策

需求的發生可分為獨立需求(Independent demand)與相依需求(Dependent demand)。由需求的觀點來看存貨模型，可歸納如下圖三：



圖三、各類存貨模型

資料來源：陳文賢(民八三)，「管理科學」，p328

存貨系統可以分為單期存貨模式(Single-Period inventory model)與多期間需求的存貨系統(Multi-period inventory systems)。單期存貨模式又可稱為報童問題，適用於僅考慮一期的存貨問題，常應用於易腐性或是具有期限的物品，如：蔬果、花卉、報紙、雜誌…等。

多期間需求的存貨系統可分為：永續盤存制(Continuous review)與定期盤存制(Periodic review)。永續盤存制又稱為 Q-models，若存貨系統屬於永續盤存制時，當存貨數量降至某一設定的水準時即為訂購點。定期盤存制又可稱為

P-models，若存貨系統為定期盤存制時，則是在每隔一固定時間盤點後即進行採購。採用永續盤存制有下列的特點：

1. 永續盤存制可有較低的庫存水準。
2. 因為永續盤存制的平均庫存較低，因此較有利於單價較高的品項。
3. 永續盤存適用於較重要品項，例如關鍵的原物料或零組件。
4. 永續盤存制需要花費較多的時間來維護系統。

下表為定期盤存制與永續盤存制的比較：

表二、定期盤存制與永續盤存制比較

	定期盤存制	永續盤存制
訂購數量	不固定	固定
訂購時間	固定	不固定
庫存的紀錄	固定時間紀錄	隨時紀錄
存貨數量	較高	較低
維護時間	較少	較多
適用品項		高單價、關鍵的物料

資料來源：Chase et al., *Operational Management 11th*, McGraw-Hill, 2006

在存貨政策方面，永續盤存制中常用的存貨政策為： (s, Q) 、 (s, S) 與 $(S-1, S)$ ；定期盤存制中常用存貨政策則為： (s, S, R) 與 (s, Q, R) 。各存貨政策特性分述如下：

1. (s, Q) 存貨政策：屬永續盤存制。 s 為再訂購點，當實際存貨量等於或小於此時則進行訂購， Q 為經濟訂購量；在此存貨政策下，一般配銷商及零件倉庫會依照其訂購成本，分別具有不同的經濟批量。這樣的存貨政策應用上較為簡單且不易發生錯誤。
2. (s, S) 存貨政策：亦屬永續盤存制。 s 為再訂購點，當實際存貨量等於或小於此時則進行訂購， S 為訂購上限也就是 $S=s+Q$ 。因為 (s, S) 存貨政策

3. $(S-1, S)$ 存貨政策：亦屬永續盤存制，為 (s, S) 之一種特例。在這種存貨政策下，當庫存水準下降一單位即下單補足；多數學者支持當零件屬於慢速需求且訂購成本遠小於庫存成本時， $(S-1, S)$ 為較佳的庫存政策。
4. (s, Q, R) 存貨政策：屬定期盤存制。其中 R 為盤點週期。
5. (s, S, R) 存貨政策：亦屬定期盤存制。 R 為盤點週期，盤點時若實際庫存未等於、小於訂購點時則不訂購。

2.1.3 ABC 分析

ABC 分析法是依照各品項的價值將公司的庫存分為三類。其分類的方式為：

1. A 類產品：A 類產品通常佔庫存成本的最大比例，因為這類的產品單價高，持有成本也高，且通常多屬關鍵性的物料，因此該產品的庫存水準必須小心的被監控。通常這類產品的庫存金額達到整體庫存的 70%，但卻僅佔總庫存產品的 10%。
2. B 類產品：B 類產品相對 A 類產品而言，屬於正常價格，單價較低，存貨的成本也較低，故此類的產品通常不需要花太多時間擬定最適存貨政策。通常這類產品的庫存金額約為整體庫存的 20%，也佔總庫存產品約 20%。
3. C 類產品：這類產品通常屬低成本的产品，約僅佔整體庫存金額的 10%，但是因為品項種類繁多，可能達到庫存產品的 70%。因為 C 產品的單價低，持有成本也較低，所以僅需採用簡單的庫存政策管理即可。

2.2 存貨模型總成本極小化相關文獻

Rabinowitz et al. (1995) 研究在存貨政策為 (r, Q) 、需求為卜瓦松分配以及前置時間固定的狀況下，同時考慮缺貨待補與銷售損失的成本模型。傳統的存貨模型中，當需求無法被滿足時會發生兩種狀況：(1). 完全缺貨待補與(2). 完全銷

售損失。而現實的環境中兩種狀況卻是可能同時存在的，因此在其所提出的成本模型中採用控制變數 b ，也就是在任何循環期間中允許缺貨數量的上限，來處理缺貨問題。當 $b = \infty$ 即為完全缺貨待補， $b = 0$ 則為完全銷售損失，並計算最適之再訂購點、訂購量與控制變數 b ，使得期望年度成本最小。

Chiang and Chiang (1996) 假設供應商前置時間為確定並採用永續盤存的庫存政策，提出一成本模式，以服務水準為限制式，利用拉氏求解法求得最適的安全庫存因子 k 值與再訂購量 Q 值使總成本為最小。Chiang and Chiang 更進一步將原本假設的一次性交貨推廣至分多批交貨。在概念上，當交貨次數分割為多次時會增加訂購成本；訂購成本又可分為兩種：發出訂單的成本與接收訂單的成本。在一次性交貨模式中發出訂單的成本與接收訂單的成本共同組成固定的訂購成本 A ；而分割成 r 次交貨的模式中，發出訂單的成本是不變的，接收的成本則可能將近 rA 倍。其研究的結果顯示，當庫存佔公司成本相當比重時，將交貨次數分割時可以明顯得減少存貨的持有成本。

Hill(1996) 在 (Q, r) 的存貨政策下，同時考慮允許缺貨待補(Backorder)與銷售損失(Lost sales)的狀況。研究發現訂單分割的效益取決於所減少的庫存成本與增加的訂購成本之間的消長；另外，在同一個時間將訂單數量 Q 下單給同一個供應商並將訂單數量 Q 分割成 Q/n 批交貨的訂購成本會低於將訂單分割給數個不同的供應商。

楊雅森(民，85)假設物料的需求呈現常態分配，前置時間為確定，提出了總成本模式，在其總成本模式中包含了：物料成本、訂購成本與持有成本。該研究中並不估計缺貨成本而是以預定的服務水準為限制式再以拉氏乘數進行求解，並解得最適的安全存貨因子與訂購量決定於訂購成本除以持有成本的值。該模式中援用 Silver and Peterson 的公式來估計在前置時間 L_i 內平均缺貨數量 $S(L_i) = \int_{\mu + k\sigma_i}^{\infty} [X_i - (\mu_i + k\sigma_i)] f_i(X_i) dX_i$ ，並將供應商推展至兩個供應商，其研究結果發現，在需求為常態分配、前置時間為確定下，單一供應商的模式較佳；若

每次的訂貨成本越高($O+I$)，則兩供應來源下的成本($O+2I$)也隨之提高，因此建議除非企業能大幅降低訂購接收成本，否則採用單一供應商模式即可。

Harige and Ben-Daya (1999)以再訂購點、訂購量與前置時間為決策變數，分別提出了需求機率已知與需求機率未知的(s, Q)存貨模型。在需求機率已知的存貨模型中，其假設前置時間內的需求為常態分配；接著以大中取小分配不拘法(Minimax distribution free approach)推廣至需求的機率分配為未知的狀況。文中同樣以再訂購點、訂購量與前置時間為決策變數針對定期盤存制的存貨政策提出了相對應的存貨模型。

謝惠如(民，90)假設需求為常態分配，前置時間為Gamma分配，提出包含了：訂購成本、存貨持有成本、通路中存貨的持有成本、安全存貨持有成本、採購成本與缺貨成本的期望總成本函數，並且假設缺貨成本為已知，以極小化企業的期望總成本為原則，求出最佳的訂購量與再訂購點。

蕭裕正(民，90)研究可控前置時間的存貨模型。首先考慮需求為常態分配，在缺貨數方面則同時將部份欠撥與銷售損失納入，分別對欠撥數量與欠撥折扣成正比以及趕工成本包含固定與變動成本提出個別以前置時間、欠撥折扣與訂購量以及前置時間與訂購量為決策變數的存貨模型，接著再將兩模型結合，考慮欠撥數量與欠撥折扣成正比、趕工成本包含固定與變動成本，並以前置時間、欠撥折扣與訂購量為決策變數進行比較。最後推廣至機率分配未知的狀況，與Harige and Ben-Daya相同，利用大中取小分配不拘法求出使年度期望總成本最小的最適前置時間、最適訂購量與最適欠撥折扣。

朱豔芳與林為欽(民，93)，由統計學的角度重新定義當需求次數與需求量分別呈現卜瓦松與常態分配時，提出(s, Q)存貨模式中新的再訂購點 $s = \lambda L\mu + kT\sqrt{L\lambda}$ ，在其提出的成本模式中主要由訂購成本、存貨持有成本、缺貨成本與趕工成本所組成。接著假設安全存貨因子 k 為已且確定的值，在總成本最天下求得最適的前置時間與再訂購量。其研究結果發現，在以往僅考慮需求量呈現

常態分配的狀況下，容易忽略每次需求發生時需求量的期望值對於需求總量變異的影響，造成在實務上容易增加缺貨的機率。

2.3 設備零件存貨管理相關文獻

張軒偉(民，86)建構了兩階層的(S-1, S)的存貨系統，研究台灣半導體設備零件的存貨政策。在該模式中，配銷中心安全存量的函數主要由：地方倉庫到配銷中心的前置時間與配銷中心到製造中心的前置時間所組成；其中前者為固定，而後者則為隨機變動的。該研究顯示地方倉庫的服務水準對總成本影響不顯著，關鍵仍為降低前置時間。

Dekker et al. (1998)將設備零件庫存系統區分為關鍵性與非關鍵性需求。假設前置時間為固定，需求呈現卜瓦松分配，採用逐批訂購法(Lot-for-lot)且零件庫存中的一部份僅保留用作應付關鍵性需求，當需求發生時則下訂單將存貨水補足至 $S_c + S$ ，其中 S_c 是關鍵水準(Critical level)，當在手庫存低於 S_c 時若是關鍵性需求則優先供應，非關鍵性需求則缺貨待補(Backorder)，直到庫存水準再次高於 S_c ，然後分別對關鍵性需求與非關鍵性需求導出近似的服務水準。

Silver et al. (1998)則建議對於一般的B類產品，需求之假設多採用常態分配；但是對於關鍵性的A類產品，若在前置需求內的平均需求量夠大時(至少大於10個單位)可將需求假設為常態分配，但若屬於慢速流動的品項(平均需求小於10個單位時)，利用離散的機率分配，如：卜瓦松分配，則較為合適。

周瑛琪(民，89)利用各類零件的使用率分群法，將國內半導體設備用零件區分為：慢速流動零件(Slow-moving spare parts)與快速流動零件(Fast-moving spare parts)，並分別為其建立存貨模型。在慢速流動零件的存貨模型中採用(S-1, S)的存貨政策，以存貨與服務水準之間關係建構模型，讓廠商依照零件的特性，訂定不同的服務水準來進行備料的依據；在快速流動的存貨模型中，分為高成本、高使用率與雖然是快速流動但不一定是關鍵的零件。對於高成本、高使用

率的零件同樣採用(S-1, S)的庫存政策，因為缺貨成本極高所以不談成本結構，僅考量存貨水準與服務水準之間的關係；快速流動但不一定是關鍵的零件，則建議採用傳統的(Q, r)模型[即(s, Q)模式]，再區分為關鍵性與非關鍵性零件即可。

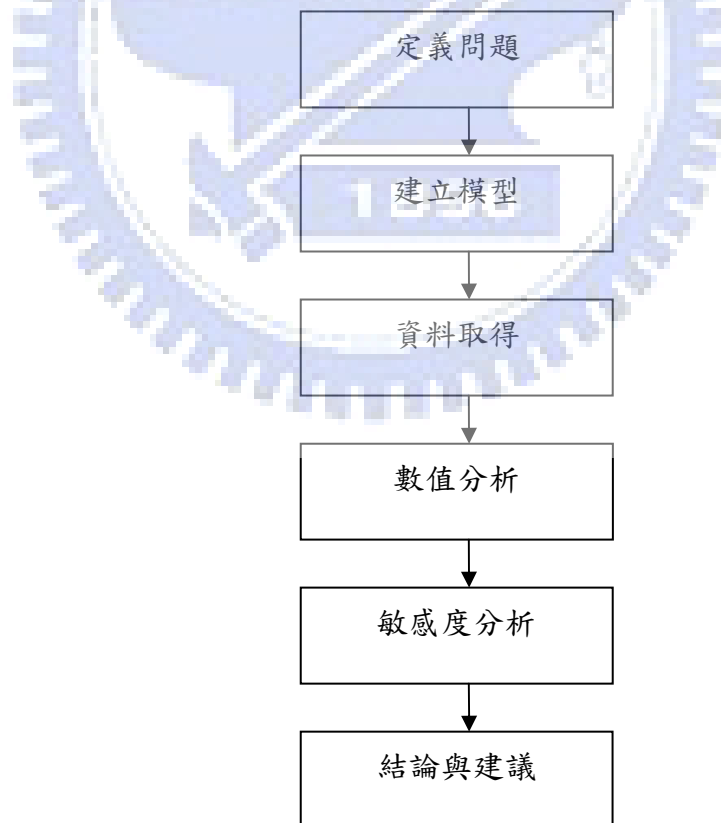
郭旻謙(民，91)則延伸了周瑛琪的研究，針對半導體設備中快速流動的零件提出修正的存貨模型，並且沿用 Dekker 的分類法將半導體的零件分為關鍵性與非關鍵性的需求，以總成本為目標函數，融入了需求預測後，以服務水準為限制式，建立了新的總成本最小的存貨模式。

Kennedy et al.(2002)從預防性替換(age-based replacement)、多階層問題(Multi-echelon)、報廢問題(Obsolescence)與具備可修復的特性(Repairable)…等管理實務上常見的四大類問題，對備用零件庫存管理的文獻做了一次總回顧。預防性替換屬於較容易掌握的維修模式，也就是透過預先設定的每項零件使用年限，在固定時間區間內進行替換；因為零件的物流模式存在多階層配銷網路的情況，所以多階層問題常被應用於解決零件管理的問題；報廢問題是指，設備運作一段時間後許多內部的零件雖然未發生損壞，但為了確保後續的稼動順暢，常會一併將未損壞的零件報廢再更換新零件；在可修復的狀況中，部分零件是可以透過維修使該零件繼續使用，不需要直接更換，所以該項備品的存貨模式會受到該零件的可被修復率影響其存貨狀況。備用零件並非中間或是最終銷售給客戶的產品，因此備用零件的庫存管理也與在製品(WIP)或其他的存貨管理不同，由於Internet 的盛行，設備供應商與設備使用者間的溝通更為快速；設備使用者與供應商可以藉此縮短長時間等候零件生產和出貨的風險。

第三章、研究方法

3.1 研究流程

本研究流程參照「Quantitative Analysis for Management」(Render et al, 2006)一書中所定義的管理數量分析方法與流程。定義問題中將欲研究的主題明確定義，並在此範圍下訂定研究的假設；建立模型中描述了機率性需求的設備備用零件存貨成本模式；資料取得中將以國內面板廠過去的採購歷史資料為例，配合研究問題予以修正；數值分析則將分析應用本論文中模型的總成本進行比較個別的總成本，敏感度分析則針對模型內的變數進行調整，並觀察與總成本之間變動的關係，以供採購人員進行決策參考；結論與建議將本研究結果彙整，並對未來可的研究方向提出建議。研究架構如下圖四所示：



圖四、研究流程圖

3.2 定義問題

TFT-LCD 設備的零件具有種類繁多、共用性低的特性，而實務上也會依照零件的需求頻率與零件的價格採用不同的庫存管理政策來管理。因為電子化的採購系統推行，使得訂購的成本大為降低，因此在使用頻率低、單價高且缺貨將對產出造成重大影響的零件，實務上多採用缺一補一($s-1, S$)的存貨政策來管理。但在使用頻率高的零件，一般多假設其需求呈現常態分配，但零件需求的產生時間與設備發生故障的機率有密切的關係；而卜瓦松分配較適合用於估計設備發生故障的機率。所以本研究主要探討的問題為：當採購人員進行快速流動零件的採購決策時，應如何進行最適訂購量與再訂購點的決策才會使得年度的總成本為最小。

3.2.1 研究假設

為了使研究的範圍可以聚焦在所定義的問題上，本研究提出下列假設條件：

1. TFT-LCD 設備中的關鍵零組件專用產品，零件供應商依照實際需求進行生產，具有標準的生產天數，一般而言前置時間變動低，因此本研究將前置時間假設為確定。
2. 在零件存貨模式中，一般將流動性較低者的需求假設為卜瓦松分配，而流動性高者則假設為常態分配。本研究假設需求為獨立並呈現複合卜瓦松分配(Compound Poisson Distribution)，即需求發生的次數呈現卜瓦松分配，而每次的需求量服從常態分配。
3. 假設供應商的產能遠大於需求，不考慮供應商產能限制。
4. 允許缺貨狀況發生，為簡化問題，本研究假設缺貨成本為 B 固定，不隨缺貨數量與時間而變動。
5. 零件供應商大多為定期(通常為一年)與面板廠檢討零件的價格，因此在固定的期間內零件的採購價格為固定，不因採購的數量變動而有價格折扣。
6. 採用(s, Q)存貨政策，即當存貨水準下降至 s 時，採購即下訂單補足。

3.2.2 使用符號

本研究主要使用符號為：

L ：供應商交貨的前置時間。

P ：物料價格。

Q ：最適採購量。

λ ：單位時間需求發生的次數(每月)。

μ ：需求發生時，需求的平均數量。

D ：需求量， $D = 12 \times \lambda \times \mu$ 。

h ：庫存持有成本的百分比。

A ：訂購成本，本研究假設 $A = O + nI$ ，且 $O = I$ ，其中 O 為發出訂單的成本， I 為接收訂單的成本， n 為供應商的數目。

k ：安全存貨因子。

B ：每單位零件缺貨的懲罰成本。

$S(L_i)$ ：前置時間 L_i 內的平均缺貨數。

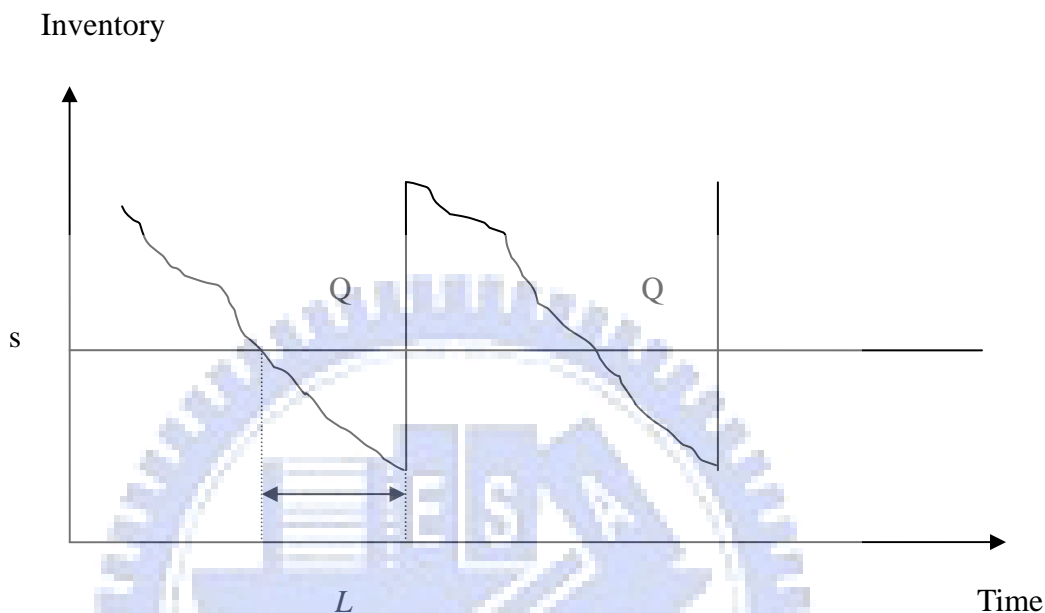
$f_i(X_i)$ ：前置時間內，需求 X_i 的機率密度函數。

$P(k)$ ：常態標準下的缺貨機率

$ETAC$ ：年度期望總成本。

3.3 常態分配下的總成本模式

在存貨的政策上因為採用 (s, Q) 的存貨政策，也就是當存貨水準下降至再訂購點 s 時，即發出數量 Q 的訂單補足，補貨的模式如下圖五：



圖五、 (s, Q) 存貨政策下補貨模式

本節我們針對需求呈現常態分配的狀況做回顧。假設 X 為前置時間 L 的需求，在前置時間 L 為固定下，需求呈現常態分配 $N(\mu, \sigma^2)$ ；年度期望總成本是由訂購成本、持有成本與缺貨成本所組成。

(1). 期望訂購成本：由於每年的需求量为 D ，每次的訂購量为 Q ，因此每年

的訂購次數為 $\frac{D}{Q}$ 。每次的訂購成本為 A ，因此年度期望訂購成本則為，
 $\frac{D}{Q} \times A$ 。

(2). 期望持有成本：因為週期存貨為 $\frac{Q}{2}$ ，安全存貨為 $k\sigma L^{\frac{1}{2}}$ ，令 $\sigma L^{\frac{1}{2}} = \sigma_1$ ，因

此存貨期望持有成本為 $(\frac{Q}{2} + k\sigma_1) \times P \times h$ 。

(3). 缺貨成本：假設 X 為前置時間 L 的需求，在前置時間 L 的平均缺貨數的

計算過程如下：

$$\text{平均缺貨數 } S(L) = \int_{\mu+k\sigma_1}^{\infty} [X - (\mu + k\sigma_1)]f(X)dX$$

$$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1}} e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma_1^2}}$$

$$S(L) = \int_{\mu+k\sigma_1}^{\infty} [X - (\mu + k\sigma_1)] \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1}} e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma_1^2}} dX$$

$$\text{令 } Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma_1}, \quad X = Z\sigma_1 + \mu$$

$$S(L) = \int_{\mu+k\sigma_1}^{\infty} [Z\sigma_1 + \mu - (\mu + k\sigma_1)] \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1}} e^{-\frac{Z^2}{2}} dX$$

$$= \sigma_1 \int_k^{\infty} (Z - k) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ = \sigma_1 G(k)$$

$G(k) = P(k) - k[1 - F(k)]$ 。其中 $P(k)$ 為標準常態之機率密度函數(PDF)； $F(k)$ 則為標準常態之累積分配函數(CDF)。而 $G(\bullet)$ 為用來估計每一個補貨循環的期望缺貨數(Expected shortages per replacement cycle, ESPRC), Silver et al. (1998)。在計算出平均缺貨數 $S(L)$ 後即可定義缺貨成本為 $\frac{D \times B}{Q} S(L)$ 。

因此綜合上述四項成本，年度期望總成本即為：

$$ETAC(s, Q) = \frac{D}{Q} \times A + \left(\frac{Q}{2} + k\sigma_1\right) \times P \times h + \frac{D \times B}{Q} \times S(L) \quad (1)$$

採購決策準則是在年度總成本最小時決定再定點與最佳的訂購量。也就是極小化 $ETAC(s, Q)$ 。

Minimize $ETAC(s, Q)$

在此利用一階導數與二階導數判別式可求得函數的極值並加以驗證。極值計算與驗證過程如下：

(1). 一階條件：

$$\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} = -\frac{D}{Q^2} \times A + \frac{1}{2} Ph - \frac{DBS(L)}{Q^2} \quad (2)$$

$$\text{令 } \frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D \times A + 2DB\sigma_1 G(k)}{Ph}} \quad (3)$$

因為再訂購點 $s = \mu L + k\sigma_1$ ，其中的 k 為安全因子，所以當在訂購週期內發生缺貨的機率可表示為 $\text{Prob}(X > s) = \text{Prob}(Z > k)$ 。故我們將總成本函數中的安全因子 k 進行偏微分。

$$\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial k} = \sigma_1 Ph - \frac{DB\sigma_1 P(k)}{Q} \quad (4)$$

其中 $P(k)$ 為標準常態下發生缺貨的機率，接著我們令

$$\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial k} = 0$$

$$P(k) = \frac{PhQ}{DB} \quad (5)$$

(2). 二階條件

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q^2} &= \frac{\partial}{\partial Q} \left[\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} \right] = \frac{\partial}{\partial Q} \left[-\frac{DA}{Q^2} + \frac{1}{2} Ph - \frac{DB\sigma_1 G(k)}{Q^2} \right] \\ &= \frac{2DA}{Q^3} + \frac{2DB\sigma_1 G(k)}{Q^3} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q \partial s} &= \frac{\partial}{\partial Q} \left[\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial s} \right] = \frac{\partial}{\partial Q} \left[\sigma_1 Ph - \frac{DB\sigma_1 P(k)}{Q} \right] \\ &= \frac{DB\sigma_1 P(k)}{Q^2} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s \partial Q} &= \frac{\partial}{\partial s} \left[\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} \right] = \frac{\partial}{\partial s} \left[-\frac{D}{Q^2} A + \frac{1}{2} Ph - \frac{DBS(L)}{Q^2} \right] \\ &= \frac{DB\sigma_1 P(k)}{Q^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2} &= \frac{\partial}{\partial s} \left[\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial s} \right] = \frac{\partial}{\partial s} \left[\sigma_1 Ph - \frac{DB\sigma_1 P(k)}{Q} \right] \\ &= \frac{DB\sigma_1 f(k)}{Q}, \quad f(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{k^2}{2}} \end{aligned} \quad (8)$$

二階判別式：

$$D = \left[\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2} \right] \times \left[\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q^2} \right] - \left[\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q \partial s} \times \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s \partial Q} \right]$$

$$= \frac{DB\sigma_1 f(k)}{Q} \times \left[\frac{2DA}{Q^3} + \frac{2DB\sigma_1 G(k)}{Q^3} \right] - \left[\frac{DB\sigma_1 P(k)}{Q^2} \right]^2 \quad (9)$$

若 $D > 0$ ，且且 $\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2}(s^*, Q^*) > 0$ ，則 (s^*, Q^*) 為極小值。

3.4 複合卜瓦松分配下的總成本模式

假設 X 為前置時間 L 的需求，在前置時間 L 為固定下，需求呈現複合卜瓦松分配，即需求次數呈現卜瓦松分配，而每次的需求量呈現常態分配 $N(\mu, \sigma^2)$ 。本研究援用朱艷芳與林為欽的假設。朱艷芳與林為欽(民，93)由統計學的觀點推廣了一般常態分配下再訂購點 $s = \mu L + k\sigma L^{\frac{1}{2}}$ 的模式，建立前置時間 L 與需求發生次數的關係式，將前置時間 L 內需求發生的次數假設為卜瓦松分配，而每次的需求量服從常態分配 $N(\mu, \sigma^2)$ 。

因為 $E(Y) = E(n) \times E(X)$ 、 $V(Y) = [E(X)^2]V(n) + E(n)V(X)$ ，其將 n 以 L 取代；又因 L 為常數，所以 $V(L) = 0$ 。由此解釋當需求為常態分配下，在 L 時間內平均需求量為 $L\mu$ 、在 L 時間內需求的變異數為 $L\sigma^2$ ，再推廣計算複合卜瓦松分配的情況如下：

在 L 時間內平均需求數量為： $\lambda L\mu$

在 L 時間內需求的變異數為： $\lambda L T^2$ ，其中 $T^2 = \sigma^2 + \mu^2$

原本在需求為常態分配下的再訂購點： $s = \mu L + k\sigma$

因此可改寫為 $s = \lambda L\mu + kT\sqrt{\lambda L}$ (10)

我們從表 3-3-1 可觀察到需求分別假設為常態分配與複合卜瓦松分配時最主要的差異是，常態分配下並未受到平均需求數量 μ 的影響，但是在複合卜瓦松分配時卻受到需求數量 μ 較明顯的影響(因為： $T^2 = \sigma^2 + \mu^2$)。

表三、不同需求分配之比較表

假設前提	前置時間 L 內的 需求量期望值	前置時間 L 內的 需求量標準差	再訂購點
單位時間內需求量 服從常態分配	$L \times \mu$	$\sigma \times \sqrt{L}$	$s = L\mu + k\sigma\sqrt{L}$
單位時間內需求次 數服從卜瓦松分 配；需求量服從常態 分配	$\lambda \times L \times \mu$	$T \times \sqrt{\lambda L}$	$s = \lambda L\mu + kT\sqrt{L\lambda}$

資料來源：朱艷芳，林為欽(民，93)，「以訂購量與前置時間為決策變數之存貨模式研究—需求頻率與需求量分別服從卜瓦松與常態分配」。

延續上節所做的基本假設，期望總成本將由訂購成本、物料成本與持有成本方面組成，以下說明需求次數與需求量分別呈現卜瓦松分配與常態分配時的年度總成本函數。

年度總成本=訂購成本+持有成本+缺貨成本

(1). 期望訂購成本：由於每年的需求量為 D ，每次的訂購量為 Q ，因此每年的訂購次數為 $\frac{D}{Q}$ 。每次的訂購成本為 A ，因此年度期望訂購成本即等於

$$\frac{D}{Q} \times A。$$

(2). 期望持有成本：因為週期存貨為 $\frac{Q}{2}$ ，安全存貨為 $kT\sqrt{\lambda L}$ ；所以在單一

供應模式下期望持有成本為 $(\frac{Q}{2} + kT\sqrt{\lambda L}) \times P \times h。$

(3). 缺貨成本：在估計缺貨成本前須先估計平均的缺貨數量。本研究援用 Silver et al.(1998)的模式，假設 X 為前置時間 L 的需求，其機率密度函數為 $f(X)$ 。在需求次數呈現卜瓦松分配，需求量呈現常態分配的狀況下，其前置時間

平均需求為 $\lambda L\mu$ ，標準差為 $T\sqrt{\lambda L}$ ，再訂購點為 $s = \lambda L\mu + kT\sqrt{\lambda L}$ ；當 $X > s$ 時會發生缺貨的情況。令 $S(L)$ 為平均缺貨數，則 $S(L)$ 之計算過程如下：

$$\begin{aligned} S(L) &= \int_{\lambda L\mu + kT\sqrt{\lambda L}}^{\infty} [X - (\lambda L\mu + kT\sqrt{\lambda L})] f(X) dX \\ &= \int_{\lambda L\mu + kT\sqrt{\lambda L}}^{\infty} (X - s) f(X) dX \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi T\sqrt{\lambda L}}} \int_{\lambda L\mu + T\sqrt{\lambda L}}^{\infty} (X - s) e^{-\frac{(X - \lambda L\mu)^2}{2\lambda L T^2}} dX \end{aligned}$$

$$\text{令, } Z = \frac{X - \lambda L\mu}{T\sqrt{\lambda L}}$$

$$\text{則, } X - \lambda L\mu = ZT\sqrt{\lambda L}$$

$$X = \sqrt{\lambda L T} Z + \lambda L\mu$$

$$X - s = \sqrt{\lambda L T} Z + \lambda L\mu - \lambda L\mu - kT\sqrt{\lambda L}$$

$$= T\sqrt{\lambda L}(Z - k)$$

$$dX = \sqrt{\lambda L T} dZ$$

$$\text{因此, } S(L) = \frac{T\sqrt{\lambda L}}{\sqrt{2\pi}} \int_k^{\infty} (Z - k) e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ$$

$$= T\sqrt{\lambda L} \int_k^{\infty} (Z - k) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ = T\sqrt{\lambda L} G(k) \quad (11)$$

其中， $G(k) = P(k) - k[1 - F(k)]$ 。 $P(k)$ 為標準常態之機率密度函數(PDF)； $F(k)$ 則為標準常態之累積分配函數(CDF)。而 $G(\bullet)$ 與常態分配的狀況相同，為 ESPRC。

在計算出平均缺貨數 $S(L)$ 後即可定義缺貨成本為 $\frac{D \times B}{Q} S(L)$ 。

因此綜合上述成本項目，總成本函數可表示為下：

$$ETAC(s, Q) = \frac{D}{Q} \times A + \left(\frac{Q}{2} + kT\sqrt{\lambda L}\right) \times P \times h + \frac{D \times B}{Q} S(L) \quad (12)$$

本研究之決策準則為以年度採購總成本為最小化的原則下求算最佳的再訂購點與訂購數量，也就是極小化(12)式：

$$\text{Minimize } ETAC(s, Q)$$

成本求函數最小值，需滿足兩必要條件：(1). 一階微分值為零，與(2). 二階微分導數判別式需大於零。年度總期望成本之最小值求解過程如下：

(1). 一階條件

$$\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} = -\frac{D \times A}{Q^2} + \frac{P \times h}{2} - \frac{D \times B \times S(L)}{Q^2} \quad (13)$$

$$\text{令 } \frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} = 0$$

$$\text{則 } Q^* = \sqrt{\frac{2D[A + B \times T \sqrt{\lambda L G(k)}]}{P \times h}} \quad (14)$$

因為再訂購點 $s = \lambda L \mu + k T \sqrt{\lambda L}$ ，其中的 k 為安全因子，所以當在訂購週期內發生缺貨的機率可表示為 $\text{Prob}(X > s) = \text{Prob}(Z > k)$ 。故我們將總成本函數中的安全因子 k 進行偏微分。

$$\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial k} = T \sqrt{\lambda L} \times P \times h - \frac{D \times B \times T \sqrt{\lambda L} P(k)}{Q} \quad (15)$$

其中， $P(k)$ 為常態標準下的缺貨機率。

$$\text{令 } \frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial k} = 0$$

$$\text{則 } P(k^*) = \frac{Q P h}{D B} \quad (16)$$

求得 k 值後，代入 $s = \lambda L \mu + k T \sqrt{\lambda L}$ ，則可得單一供應商模式下的再訂購點。

(2). 二階條件

同樣利用二階導數判別式來判定極值：

$$D(s^*, Q^*) = \left[\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2} \right] \times \left[\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q^2} \right] - \left[\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s \partial Q} \right]^2$$

$$\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} = -\frac{D \times A}{Q^2} + \frac{P \times h}{2} - \frac{D \times B \times S(L)}{Q^2}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial s} &= T\sqrt{\lambda LP} \times h - \frac{D \times B \times T\sqrt{\lambda LP}(k)}{Q} \\ \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q \partial s} &= \frac{\partial}{\partial Q} \left[\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial s} \right] = \frac{\partial}{\partial Q} \left[T\sqrt{\lambda LP} \times h - \frac{D \times B \times T\sqrt{\lambda LP}(k)}{Q^2} \right] \\ &= \frac{DBT\sqrt{\lambda LP}(k)}{Q^2}\end{aligned}\quad (17)$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q^2} &= \frac{\partial}{\partial Q} \left[\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} \right] = \frac{\partial}{\partial Q} \left[-\frac{D \times A}{Q^2} + \frac{P \times h}{2} - \frac{D \times B \times T\sqrt{\lambda LG}(k)}{Q^2} \right] \\ &= \frac{2 \times D \times A}{Q^3} + \frac{2 \times D \times B \times T\sqrt{\lambda LG}(k)}{Q^3}\end{aligned}\quad (18)$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s \partial Q} &= \frac{\partial}{\partial s} \left[\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial Q} \right] = \frac{\partial}{\partial s} \left[-\frac{D \times A}{Q^2} + \frac{P \times h}{2} - \frac{D \times B \times S(L)}{Q^2} \right] \\ &= \frac{D \times B \times T\sqrt{\lambda LP}(k)}{Q^2}\end{aligned}\quad (19)$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2} &= \frac{\partial}{\partial s} \left[\frac{\partial ETAC(s, Q)}{\partial s} \right] = \frac{\partial}{\partial s} \left[T\sqrt{\lambda LP} \times h - \frac{D \times B \times T\sqrt{\lambda LP}(k)}{Q} \right] \\ &= \frac{DBT\sqrt{\lambda L}f(k)}{Q}, \quad f(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{k^2}{2}}\end{aligned}\quad (20)$$

由(8)~(11)的式子可得

$$D = \frac{DBT\sqrt{\lambda L}f(k)}{Q} \times \left[\frac{2D \times A}{Q^3} + \frac{2 \times D \times BT\sqrt{\lambda LG}(k)}{Q^3} \right] - \left[\frac{D \times BT\sqrt{\lambda LP}(k)}{Q^2} \right]^2 \quad (21)$$

若 $D > 0$ ，且 $\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2}(s^*, Q^*) > 0$ ，則 (s^*, Q^*) 為相對極小值；也就是說

(s^*, Q^*) 為單一供應來源總成本模型下的最佳再訂購點與訂購量，而此時的年度總期望成本 $ETAC$ 為最小成本值。

3.5 求解步驟

本節將針對上兩節的模型簡單說明其求解過程。兩模式的求解過程相同，我們以第一個模式為例，首先將期望總成本函數 $ETAC(s, Q)$ 中的 s 與 Q 進行偏微分，再分別令其等於零，求得最適再訂購點 s^* 與最適訂購量 Q^* 。

步驟一：首先我們可以先令， $Q = EOQ$ 。將所得到起始的 Q 值代入(5)式中，可計算標準常態下缺貨的機率 $P(k)$ ，並利用 Excel 中統計函數公式 $k = NORMSINV(1 - P(k))$ 可得到對應的初始 k 值。

步驟二：將所得的初始 k 值代入(3)式中，得到新的 Q 值。重複此步驟，直到所得的 Q 值代入後， k 值不再變動。此時的 Q 與 k 值即為最適解。

步驟三：利用所得最適的 k 值可得再訂購點 s 。

步驟四：依照本研究之總成本函數，利用 Mathcad 13 軟體分別求出在兩個模式下的最適訂購量 Q^* ，與最低年度期望總成本。

步驟五：利用 Mathcad 13 軟體進行二階導數判別式，驗證極值是否存在。

第四章、資料分析與結果

本章為方便進行兩個模型的比較，將以國內某面板製造廠 C 公司的採購資料，略做修正後進行數值分析，我們透過第三章所建立的年度期望總成本函數，以最小化為目標，決定最佳的再訂購點與再訂購量。最後進行新模式中各個參數的敏感性分析，使採購決策人員了解各參數對總成本的影響。

4.1 個案公司背景描述

C 公司成立於 1971 年，資本額約新台幣 948 億，目前為全球第 5 大 TFT-LCD 生產製造廠商。目前該公司旗下共有 TFT 廠 4 座，CF 廠 4 座，產能概況與近四季營運概況分別於下表四與下表五。

表四、C 公司產能分佈狀況

TFT 廠		
世代	機板尺寸(mm)	產能(片)
4	680*880	72,600
4.5	730*920	90,000
4.5	730*920	90,000
6	1850*1500	90,000
CF 廠		
3	620*750	60,000
4 / 4.5	680*880 / 730*920	75,000
4.5	730*920	220,000
6	1850*1500	40,000

資料來源：C 公司法說會資料，2008。

表五、C 公司近四季營運概況

	2007/Q3	2007/Q4	2008/Q1	2008/Q2
營收 (NT. 佰萬)	42,320	41,441	36,109	30,950
EPS	0.60	0.67	0.54	0.11

資料來源：C 公司法說會資料，2008。

個案公司之採購部門主要負責項目為面板生產中的直接材料(如：玻璃、彩色濾光片…等)、間接材料(如 ITO 靶材、化學品…等)、生產設備、廠務系統工程與零組件備品共計五大類。個案公司目前尚未導入 ERP 的系統，其採購系統仍是採用 IBM AS400 的作業系統。

C 公司的採購機能統一由採購總處作業，依照採購的對象可以區分為內購(採購對象為國內供應商者)與外購(採購對象為國外供應者)；依照作業流程則可區分為有紙化、無紙化與改良採購系統(Improved Procurement System, IPS)。C 公司所制定的採購政策為：

1. 遵循公司政策，以公正合理的原則，創造公司利潤並建立與供應商共存共榮的關係。
2. 甄選培育優秀採購人員，並實施工作輪調，以增進工作能力。
3. 掌握供應來源，積極開發優良供應商及第二來源。
4. 掌握品質、交期、價格與售後服務等四大要素，以創造公司利潤。
5. 熟悉市場供需，充實專業知識，做好溝通協調工作，以提高採購效率。

由於面板廠之零件備品的項目多達上萬種，零件的庫存成本相當可觀，以 C 公司旗下一座六代廠為例，在 2006 年之零件庫存金額即將近台幣八千萬，因此零件的採購管理問題日益受到重視。目前 C 公司在零件備品的管理上大致區分為定期備品與非定期備品兩大類。定期備品屬於快速流動的備品，由生管部門統一管

理。系統自動進行盤點，依照給定的存貨水準下進行開單請購，補足庫存水準。非定期備品的管理則是交由各設備部門進行管理，由各設備負責工程師隨時進行盤點，一旦發生需求則提出請購需求。

4.2 需求量服從常態分配之數值分析

我們選定 Array 製程中蝕刻設備的快速流動零件-Filter 為例。首先我們先描述目前 C 公司於此項零件的採購模式。Filter 在該公司中被歸類為定期備品，由生管部門統一進行庫存管理，當需求發生時開立請購單交由採購單位下單購入。經過與生管部門訪談後，目前該項零件的各項參數特性如表六所述，其中訂購成本與缺貨成本在實務上有估計的困難，為簡化問題，我們在研究中預先將訂購成本與缺貨成本分別給定為 40 元與 28,000 元。Filter 的供應商對客戶皆聲稱：在收到客戶正式訂單後於 6 週內可交貨，因此前置時間在本研究中被視為已知且固定的常數。

表六、常態分配模式下的參數設定

成本項目	符號	數值
年度總需求	D	432
每次需求發生的平均數量	μ	36
每次需求量的標準差	σ	4
物料價格	P	7,000
供應商的前置時間	L	6 週(1.5 月)
訂購成本	$A = O + I$	40
持有成本百分比	h	20%
缺貨成本	B	28,000

在利用 3.3.2 節中的求解步驟，並使用 MATHCAD13 軟體進行求解，因為 $EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times A}{P \times h}}$ 所以我們可以先計算出起始的 Q 值等於 5，將此數值代入(5)式中可得起始的 k 值為 3.25，此時平均缺貨數 $G(k) = 0.0001537$ ，再帶入(3)式中，可得新的 Q 值為 6.14；因為訂購量必須為整數，因此我們令新的 Q 值為 7，重新計算 k 值，可再次得到最適 k 值為 3.15，此時平均缺貨數 $G(k) = 0.000229$ ，再帶入(3)式中，可得新的 Q 值為 6.6，此時新的 Q 值同樣為 7，此時的 Q 與 k 值即為最適解， Q 與 k 值觀察過程如下表七。

表七、常態分配下 Q 與 k 值的觀察過程

Q	5	7	7
$P(k)$	0.0005770	0.0008164	0.0008164
k	3.25	3.15	3.15
$G(k)$	0.0001537	0.0002227	0.0002227
$f(k)$	0.002	0.0028	0.0028

最後將所得的 Q 與 k 值分別代入(1)式與(3)式中即可計算出前置時間固定為 1.5 個月需求量呈現常態分配的最適訂購點 $s = 69$ ，最適訂購量 $Q = 7$ ，而此時最小的期望總年度成本 $ETAC \cong 3,054,859$ 。

接著以所得到的 Q 與 k 值對我們提出的模型進行極值的驗證。

$$(1). \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2} = \frac{DB\sigma_1 f(k)}{Q}, \text{ 將 } Q \text{ 與 } k \text{ 值分別以 } 7 \text{ 與 } 3.15 \text{ 代入, 得數值}$$

為 23652.43。

$$(2). \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q^2} = \frac{2D(O+I)}{Q^3} + \frac{2DB\sigma_1 G(k)}{Q^3}, \text{ 將 } Q \text{ 與 } k \text{ 值分別以 } 7 \text{ 與 } 3.15$$

代入得數值為 177.71。

$$(3). \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q \partial s} = \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s \partial Q} = \frac{DB\sigma_1 P(k)}{Q^2}, \text{ 將 } Q \text{ 與 } k \text{ 值分別以 } 7 \text{ 與}$$

3.15 代入得數值為 987.31。

因此可得判別式 $D \approx 3.228 \times 10^6 > 0$ ，且 $\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2} > 0$ ，有極小值。

4.3 需求服從複合卜瓦松分配之數值分析

本節中，我們納入每月需求發生的次數，首先假設每月發生需求的次數為 1 次，也就是 $\lambda = 1$ ，其餘數值不變。利用 3.3.3 所提出的模型對 k 值、再訂購點、最適訂購量與最小年度總成本進行求解，下表八為納入需求次數的參數設定。

表八、複合卜瓦松分配模式下的參數設定

成本項目	符號	數值
年度總需求	D	432
需求發生次數的平均數	λ	1
每次需求發生的平均數量	μ	36
每次需求量的標準差	σ	4
物料價格	P	7,000
供應商的前置時間	L	6 週(1.5 月)
訂購成本	$A = O + I$	40
持有成本百分比	h	20%
缺貨成本	B	28,000

與上節相同我們可以先得到起始的 Q 值等於 5，並將其代入(15)式中可得起始的 k 值為 3.25，此時平均缺貨數 $G(k) = 0.0001537$ ，再帶入(14)式中，可得新的 Q 值為 11.938；因為訂購量必須為整數，因此我們令新的 Q 值為 12，重新計算 k 值，可再次得到最適 k 值為 2.99，此時平均缺貨數 $G(k) = 0.0003959$ ，再帶入(14)式中，可得新的 Q 值為 19，重複進行直到 Q 與 k 值收斂。觀察過程如下表九：

表九、複合卜瓦松分配下 Q 與 k 值觀察過程

Q	5	12	19	23	26
$P(k)$	0.0005770	0.001395	0.002186	0.002635	0.002980
k	3.25	2.99	2.85	2.79	2.75
$G(k)$	0.0001537	0.0003959	0.0006428	0.0007870	0.0008992
$f(k)$	0.002	0.0046	0.0069	0.00810	0.0091

	27	28	28
	0.003167	0.003264	0.003264
	2.73	2.72	2.72
	0.0009607	0.0009928	0.0009928
	0.0096	0.0099	0.0099

由表九可知，當 Q 與 k 值分別為 28 以及 2.72 時會收斂。此時最適訂購點 $s=174$ ，最適訂購量 $Q=28$ ，而此時最小的期望總年度成本 $ETAC \cong 3,232,175$ 。接著同樣進行極值的驗證：

$$(1). \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2} = \frac{DBT\sqrt{\lambda L}f(k)}{Q}, \text{ 將 } Q \text{ 與 } k \text{ 值分別以 } 28 \text{ 與 } 2.72 \text{ 代入得值}$$

為 189727.83。

$$(2). \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q^2} = \frac{2DA}{Q^3} + \frac{2DBT\sqrt{\lambda LG}(k)}{Q^3}, \text{ 將 } Q \text{ 與 } k \text{ 值分別以 } 28 \text{ 與 } 2.72$$

代入得值為 50.11。

$$(3). \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s \partial Q} = \frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial Q \partial s} = \frac{DBT\sqrt{\lambda LP}(k)}{Q^2}, \text{ 將 } Q \text{ 與 } k \text{ 值分別以 } 28$$

與 2.72 代入得值為 2234.03。

因此可得判別式 $D \approx 4.516 \times 10^6 > 0$ ，且 $\frac{\partial^2 ETAC(s, Q)}{\partial s^2} > 0$ ，有極小值。

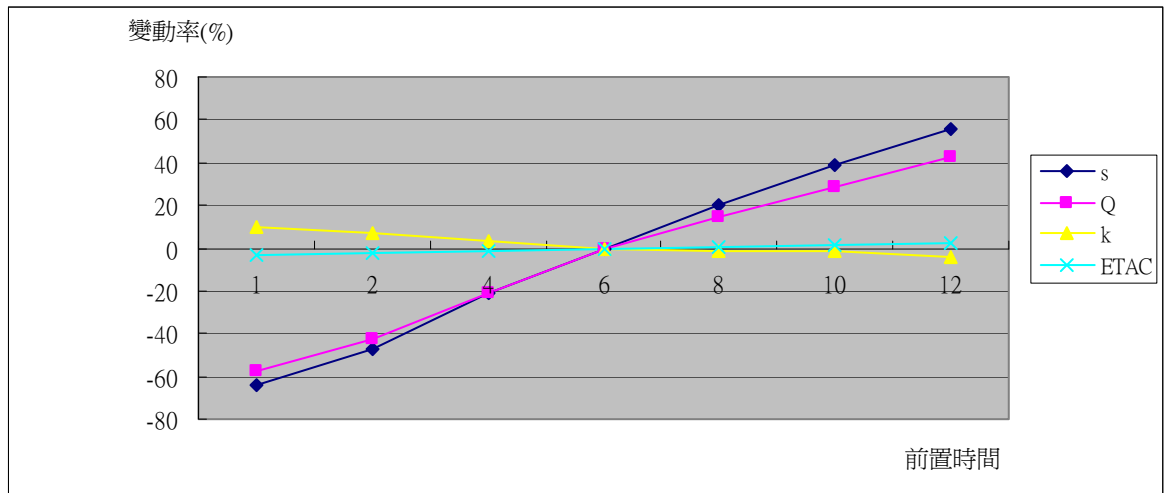
4.4 敏感性分析

為了解各個參數值的變動對總成本、再訂購點與再訂購量的影響，本節中我們將對不同的參數值進行敏感度分析並且觀察其影響。

1. 前置時間 L 變動：當前置時間增加時，不論是總成本、再訂購點與再訂購量皆較原設定的 6 週(1.5 個月)來的高；相同的，前置時間縮短對於總成本的下降、再訂購點與訂購量的降低都有改善效益。由下表十可知道，假設前置時間由 6 週(1.5 個月)增加至 8 週(2 個月)，也就是前置時間增加 33.33%，對應的總成本僅增加 0.89%，但再訂購點與再訂購量卻會分別增加 20.11 與 14.29%。若是前置時間由 6 週(1.5 個月)縮短至 4 週(1 個月)，總成本下降的比率也不高，僅 1.08%；但再訂購點與再訂購卻可下降 21.26%與 21.43%。即使將前置時間由 6 週(1.5 個月)增加至 12 週(3 個月)，總成本也僅增加了 2.36%；同樣的觀察，若供應商可壓縮前置時間至 1 週(0.25 個月)，總成本也僅減少 3.57%。因此我們可以知道當需求次數為卜瓦松分配、需求量為常態分配時，在本研究所提出成本模型中，供應商的前置時間對總成本影響不大。

表十、前置時間變動對 $(s, Q, ETAC)$ 的影響

L	1	2	4	6	8	10	12
	(-83.33%)	(-66.67%)	(-33.33%)		(+33.33%)	(+66.67%)	(+100%)
s	63	92	137	174	209	241	271
Q	12	16	22	28	32	36	40
k	2.99	2.90	2.8	2.72	2.68	2.64	2.60
$ETAC$	3,116,879	3,150,722	3,197,331	3,232,175	3,261,044	3,286,139	3,308,569

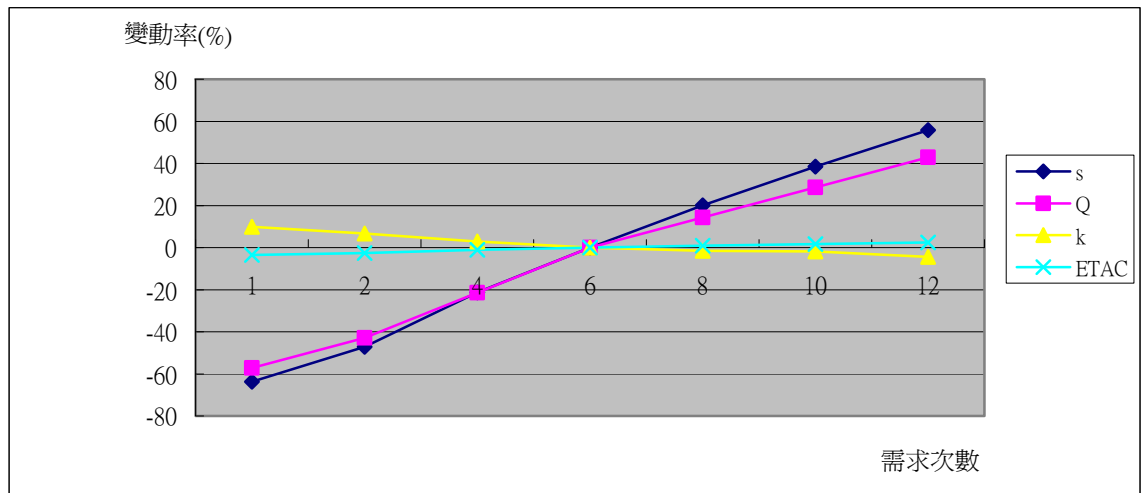


圖六、前置時間變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率

2. 需求發生次數 λ 變動：當需求發生次數 λ 的變動由 0.1667 至 2 時，我們觀察到再訂購點、再訂購量與總成本的變化與前置時間 L 變動的狀況一樣。對於再訂購點、再訂購量的影響較大，但對於總成本的影响較小。

表十一、需求次數變動對 ($s, Q, ETAC$) 的影響

λ	0.1667 (-83.33%)	0.3333 (-66.67%)	0.6667 (-33.33%)	1	1.3333 (+33.33%)	1.6667 (+66.67%)	2 (+100%)
s	63	92	137	174	209	241	271
Q	12	16	22	28	32	36	40
k	2.99	2.90	2.8	2.72	2.68	2.64	2.60
$ETAC$	3,116,879	3,150,722	3,197,331	3,232,175	3,261,044	3,286,139	3,308,569

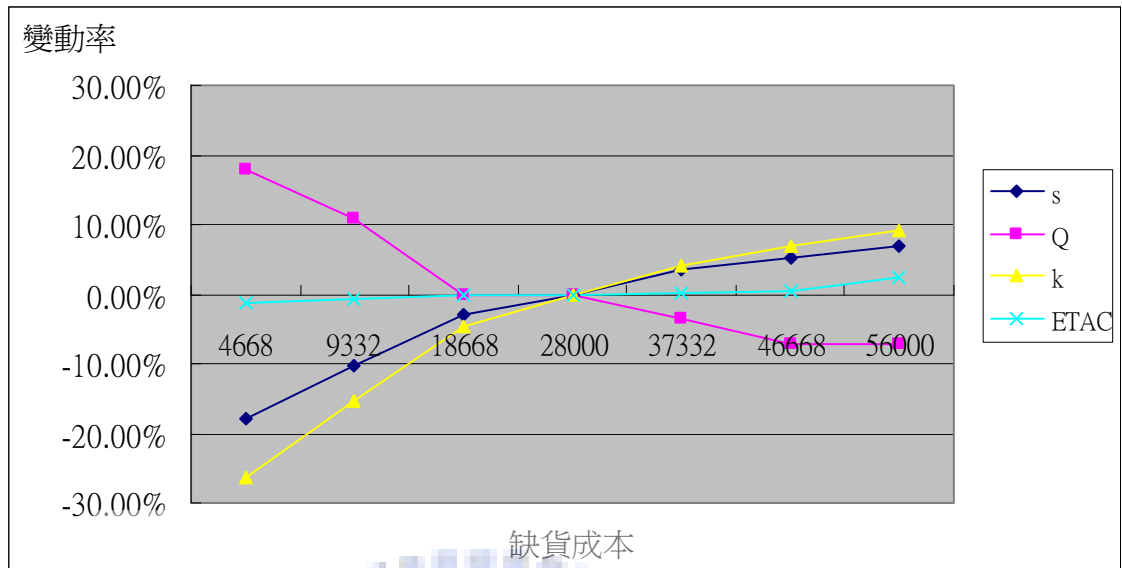


圖七、需求次數變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率

3. 缺貨成本 B 變動：由下表十三可觀察到，假設其他的條件不變，當缺貨成上升時，再訂購點也隨之上升也就是庫存增加，但訂購量卻隨之減少。這可以推論當缺貨成本非常大時，訂購成本又相對較小的同時，缺一補一也就是 $(S-1, S)$ 的存貨政策是較適合的。

表十二、缺貨成本變動對 $(s, Q, ETAC)$ 的影響

B	4,668 (-83.33%)	9,332 (-66.67%)	18,668 (-33.33%)	28,000	37,332 (+33.33%)	46,668 (+66.67%)	56,000 (+100%)
s	143	156	169	174	180	183	186
Q	33	31	28	28	27	26	26
k	2.00	2.30	2.59	2.72	2.83	2.91	2.97
$ETAC$	3,194,855	3,210,228	3,224,383	3,232,175	3,237,531	3,241,597	3,308,569

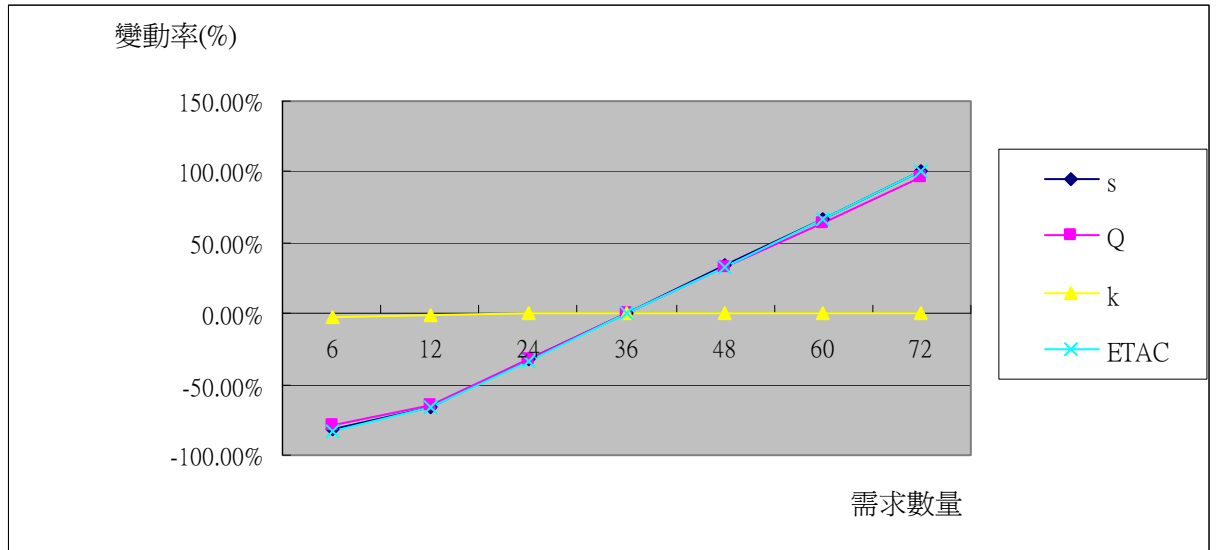


圖八、缺貨成本變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率

4. 需求數量變動：從下表十三可觀察到需求變異量不變，所以平均需求數量的變動對安全庫存因 k 值的變動幾乎無影響，但卻很直接的影響了再訂購點、訂購量與總成本。

表十三、需求數量變動對 $(s, Q, ETAC)$ 的影響

μ	6	12	24	36	48	60	72
	(-83.33%)	(-66.67%)	(-33.33%)		(+33.33%)	(+66.67%)	(+100%)
s	32	60	117	174	233	291	349
Q	6	10	19	28	37	46	55
k	2.64	2.70	2.72	2.72	2.73	2.73	2.73
$ETAC$	545,144	1,080,757	2,155,939	3,232,175	4,308,691	5,385,315	6,461,997

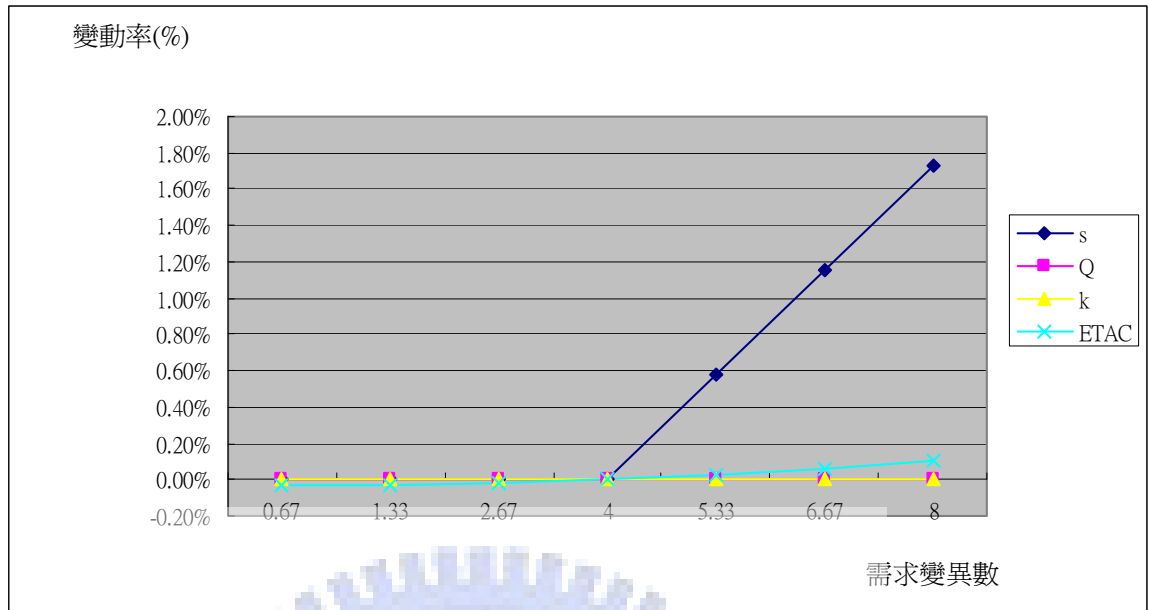


圖九、需求數量變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率

6. 需求數量變異數的變動：由下表十四可觀察到，當其他條件不變，需求數量變異數增加時，再訂購點與總成本會微幅的上升，因為當需求的變異數增加時，代表每次需求數量的變異大，也因此會以較高的庫存來避免缺貨的情況發生。但對於安全庫存因子 k 值與訂購量 Q 值則完全沒有影響。

表十四、需求數量變異數變動對 ($s, Q, ETAC$) 的影響

σ	0.67 (-83.33%)	1.33 (-66.67%)	2.67 (-33.33%)	4	5.33 (+33.33%)	6.67 (+66.67%)	8 (+100%)
s	174	174	174	174	175	176	177
Q	28	28	28	28	28	28	28
k	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
$ETAC$	3,231,058	3,231,153	3,231,538	3,232,175	3,233,062	3,234,205	3,235,582



圖十、需求數量變異數變動之 s 、 Q 、 k 與 $ETAC$ 比率

4.5 小結

由以上的敏感性分析，我們可以得到下列的結論：

1. 前置時間與需求發生次數分別增加時，再訂購點與訂購量也隨之增加，反之則下降；雖然也會對總成本有所影響，但影響的程度相對較小。
2. 再訂購點與訂購量隨著缺貨成本的變動呈現相反的變動，缺貨成本變動對於總成本的變動影響並不明顯。
3. 平均需求數量的變化直接了影響再訂購點、訂購量與總成本。
4. 需求數量的變異數增加代表每次需求數量的差異大，因此當需求變異數增加時，再訂購點會上升，但訂購量不變。

第五章、結論與建議

5.1 研究結論

此篇論文主要是針對快速流動零件探討其最適的訂購點與訂購量為何會使得整體的採購成本最小。以往多將快速流動零件的需求直接假設為常態分配；但在設備零件的需求模式中，零件的需求往往與設備發生故障機率有密切的關係，因此本研究假設需求服從複合卜瓦松分配(Compound Poisson Distribution)，以較符合研究對象的狀況。本研究援用朱豔芳與林為欽(民，93)的假設，但與之最大不同的是：朱豔芳與林為欽(民，93)的研究中藉由趕工成本的建立將前置時間視為可控的，並且對於安全庫存因子 k 值的決定是採主觀且預先給定的，進而求得最適的前置時間與訂購量，其研究不將 k 值視為一決策變數因此所得到的在再訂購點並非最適再訂購點；而在我們的研究中，前置時間並非本研究的決策變數，而是將前置時間視為確定已知的常數，非主觀的決定安全庫存因子，推導出最適的再訂購點與訂購量，以達到整體採購成本最低。根據以上的分析，此篇論文所獲得的主要結論如下列幾點：

1. 需求為常態分配時並未受到平均需求數量 μ 的影響，但是當需求呈現複合卜瓦松(Compound Poisson)分配時卻受需求數量 μ 有較明顯的影響。
2. 改善前置時間對總成本的下降並無顯著的幫助，但是前置時間縮短可以有有效的降低庫存水準，並且使得每次的訂購量下降。
3. 當缺貨成本增加，會使得再訂購點上升而訂購量下降。這可以推論出，若每次的訂購成本相對很低，而缺貨成本卻非常大的時候，採購的決策將趨向於缺一補一也就是(S-1, S)的存貨政策來因應缺貨的狀況發生。

5.2 研究貢獻

本論文的研究主要有下列貢獻：

1. 本論文重點是將原有對於快速流動零件的常態分配需求假設進一步修正為複合卜瓦松分配，並據此提出一個新的成本函數，以更接近實際上所面臨的狀況。經過此篇論文所提出的模式中可在總成本最小下決定再訂購點與訂購量，以供未來採購決策人員進行參考。
2. 目前對於庫存安全因子的訂定多數仍是偏向主觀的預先給定，透過本論文中的模式，採購人員可以決定在總成本最小的情況下決定合適的安全庫存因子，並進而決定最適當的再訂購點。
3. 由本研究中的敏感性分析，可幫助採購決策人員了解各項因素的改變對於總成本、再訂購點與訂購量的影響，並且依照各個可能影響成本的因子，配合實際的狀況進行調整後，針對個別不同的零件決定最佳的再訂購點與訂購量，並且使得總成本為最小。

5.3 未來研究方向與建議

此篇論文雖然採用了不同的需求假設並且提出了相對應的成本函數，但是論文中的部分假設是為了簡化問題便於分析而經過修正，與現實的狀況仍有部分的差距。因此可以此篇論文的模式做為基礎，後續參考更多相關的研究文獻，並將本模式再予以擴充及延伸。以下列出未來值得進行研究的方向提出，以供參考：

1. 本篇研究將前置時間視為確定已知的常數，實際上前置時間也是處於變動的狀況，因此未來的研究可嘗試將前置時間視為隨機而進行研究。
2. 雖然當前置時間內的需求數量達到 10 單位以上即可將需求假設為常態分配，但是實際的狀況中需求未必會符合常態分配，也就是說事實上我們不易得知需求的機率分配。因此未來可朝當需求機率分配未知，僅可由現有需求量的平均數與變異數的方向進行研究。

3. 此篇論文中為了便於分析，將缺貨成本直接視為固定且已知；但是實務上若是因為設備零件缺貨所產生的缺貨成本可能是隨著停機時間而變化的。因此未來可將缺貨成本視為與時間有關的函數納入總成本模式中，或是改以服務水準為限制式來決定最適的再訂購點與訂購量。
4. 本研究僅考慮一次性交貨，但實際上常有可能的狀況是，為了爭取較佳的價格，面板廠會以年度的訂單集中數量一次下單給設備商並要求分批交貨，也就是將訂單分割成數個批量交貨，因此未來亦可朝向分批交貨的模式進行研究。
5. 本研究是以生產設備用快速流動零件為範疇，零件庫存的跌價損失較小，故予以忽略不計；因此若未來研究對象為產品中的主要材料，則可將跌價損失納入考量。
6. 本研究聚焦於 TFT-LCD 設備用的快速流動零件存貨模式，TFT-LCD 歷經多次液晶循環，有其產業特性，未來可再針對不同產業類別再進行個別研究。



參考文獻

一、中文部分：

1. 朱豔芳，林為欽，「以訂購量與前置時間為決策變數之存貨模式研究—需求頻率與需求量分別服從卜瓦松與常態分配」，工業工程學刊，Vol. 21, No. 4, 384~394 頁，民國 93 年。
2. 周瑛琪，「台灣半導體設備業零件存貨模式之研究」，國立交通大學，博士論文，民國 89 年。
3. 陳文賢，管理科學，臺北，三民出版社，民國 83 年。
4. 陳銘崑，吳忠敏，傅新彬譯，供應鏈管理，臺北，培生教育出版集團，民國 91 年。(原書：Sunil Chopra, Peter Meindl, Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, 2002.)
5. 郭旻謙，「半導體設備供應商之快速流動零件存貨模式」，銘傳大學，碩士論文，民國 91 年。
6. 張軒偉，「兩階層存貨系統安全存量配置最適化之研究—以半導體設備業為例」，國立交通大學，碩士論文，民國 87 年。
7. 楊雅森，「不同供應來源模式下採購計畫訂定之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國 85 年。
8. 蕭裕正，「可控前置時間之存貨模型研究」，國立台灣科技大學，博士論文，民國 90 年。
9. 謝惠如，「在雙重供應來源下最佳採購決策之研究」，國立雲林科技大學，碩士論文，民國 90 年。

二、英文部份

1. Buexy, G., 2006, “Reconstructing inventory management theory” , International Journal of Operations & Production Management” , 26, 9, pp. 996-1012.
2. Chase R.B., Jacobs F.R., Aquilano N.J., Operations Management, 11th Edition, McGraw-Hill, New York, 2006.
3. Chiang, C., Chiang, W.C., 1996, “Reducing Inventory Cost by Order Splitting in the Sole Sourcing Environment” , Journal of the Operational Research Society, 47, pp. 446-456.
4. Dekker, R., Kleijn, M.J., and Rooij, P.J., 1998, “A spare parts stocking policy based on equipment criticality” , International Journal of Production Economics, 56-57, pp. 69-77.
5. Ganesham, R., Tyworth, J.E., and Guo, Y., 1999, “Dual sourced supply chains: the discount supplier option” , Transportation Research Part E, 35, pp. 11-23.
6. Hariga, M. and Ben-Daya, M., 1999, “Some stochastic inventory models with deterministic variable lead time” , European Journal of Operational Research, 113, pp. 42-51.
7. Hill, R.M., 1996, “Order splitting in continuous review (Q,r) inventory models” , European Journal of Operational Research, 95, pp. 53-61.
8. Kennedy, W.J., Patterson, J.W., and Ferdendall, L.D., 2002, “An overview of recent literature on spare parts inventories” , International Journal of Production Economics” , 76, pp. 201-215.

9. Porras, E., Dekker, R., 2008, "An inventory control system for spare parts at a refinery: An empirical comparison of different re-order point methods", *European Journal of operational research*, 184, pp.101-132.
10. Render B., Stair R.M., Hanna M.E., Quantitative Analysis for Management 9E, Pearson Edition Inc., New Jersey, 2006.
11. Rabinowitz, G., Mehrez, A., Chu, C.W., Patuwo, B.E., 1995," A partial backorder control for continuous control (r,Q) inventory system with poisson demand and constant lead time", *Computers and Operations Research*, 22, 7, pp.689-700.
12. Silver E.A., Pyke D.F., Peterson R., Inventory Management and Production Planning and Scheduling, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1998.
13. Taha, H.A., Operations Research, 7th Edition, Pearson Edition Inc., New Jersey, 2003.
14. Weber, C.A., Current, J.R., Benton, W.C., 1991, "Vendor selection criteria and methods", *European Journal of Operational Research*, 50 pp.2-18.

附錄一、常態分配下軟體求解過程

$$D := 432 \quad \mu := 36 \quad \sigma := 4 \quad P := 7000 \quad \underline{L} := 1.5 \quad \underline{A} := 40 \quad h := 0.2 \quad B := 28000$$

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{P \cdot h}}$$

$$Q = 4.968$$

let Q=5

$$\underline{G}(k) := \text{dnorm}(k, 0, 1) - k \cdot (1 - \text{pnorm}(k, 0, 1))$$

$$\underline{P}(k) := \text{dnorm}(k, 0, 1)$$

$$\underline{F}(k) := \text{pnorm}(k, 0, 1)$$

$$k := 3.25$$

$$P(k) = 2.029 \times 10^{-3}$$

$$G(k) = 1.537 \times 10^{-4}$$

$$NQ := \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A + 2D \cdot B \cdot \sigma \cdot \sqrt{L} \cdot G(k)}{1400}}$$

$$NQ = 6.14$$

$$Q3 := 7$$

$$\underline{P} := 7000$$

$$ETAC := P \cdot D + \frac{D}{Q3} A + \left(\frac{Q3}{2} + k \cdot \sigma \cdot \sqrt{L} \right) \cdot P \cdot h + \frac{D \cdot B}{Q3} \cdot \sigma \cdot \sqrt{L} \cdot G(k)$$

$$ETAC = 3.05496 \times 10^6$$

$$\underline{s} := \mu \cdot L + k \cdot \sigma \cdot \sqrt{L}$$

$$s = 69.922$$

重複操作上述程式，直到 Q 與 k 值收斂。

附錄二、複合卜瓦松分配下軟體求解過程

$$Q1 := 5$$

$$k := 3.25$$

$$G(k) := \text{dnorm}(k, 0, 1) - k \cdot (1 - \text{pnorm}(k, 0, 1))$$

$$G(k) = 1.537 \times 10^{-4}$$

$$D := 432$$

$$A := 40$$

$$B := 28000$$

$$\mu := 36$$

$$\sigma := 4$$

$$\Sigma := \sqrt{\mu^2 + \sigma^2}$$

$$\Sigma = 36.222$$

$$\lambda := 1$$

$$L1 := 1.5$$

$$P := 7000$$

$$h := 0.2$$

$$Q2 := \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot (A + B \cdot \Sigma \cdot \sqrt{\lambda \cdot L1} \cdot G(k))}{P \cdot h}}$$

$$Q2 = 11.938$$

$$Q3 := 12$$

$$ETAC := D \cdot P + \frac{D}{Q3} \cdot A + \left(\frac{Q3}{2} + k \cdot \Sigma \cdot \sqrt{\lambda \cdot L1} \right) \cdot P \cdot h + \frac{D \cdot B}{Q3} \cdot \Sigma \cdot \sqrt{\lambda \cdot L1} \cdot G(k)$$

$$ETAC = 3.242562 \times 10^6$$

$$s_{\lambda} := \lambda \cdot L1 \cdot \mu + k \cdot \Sigma \cdot \sqrt{\lambda \cdot L1}$$

$$s = 198.177$$

重複操作上述程式，直到 Q 與 k 值收斂。