

第十三章

庫存管理

■ 庫存的定義

庫存 Inventory

■ 庫存的目的

■ 庫存成本

■ 獨立與相依需求

獨立與相依需求 Independent and
dependent demand

■ 庫存系統

模式分類 **固定訂單量模式** Fixed-order quantity models
固定週期時間模式 Fixed-time period models

■ 固定訂單量模式

決定安全存量 **存貨水準** Inventory position
固定訂單量模式 **安全存量** Safety stock
與安全存量

■ 固定週期時間模式

固定週期時間模式與安全存量

■ 特殊模式

■ 另類系統和相關議題

三種簡單庫存系統 **定期盤點** Cycle counting
ABC 庫存計劃 **庫存單位** Stockkeeping unit (SKU)
庫存正確性及盤點

服務業之庫存系統

- 結論
- 個案：惠普在歐洲的雷射印表機供應



在 1977 年至 2000 年間，典型高科技公司的存貨週轉率約提高兩倍的效率，由 2.5 上升至 5；例如，Apple 及 Dell 目前存貨約 6-8 天（分別為 61 及 46 轉），這表示企業可能需減少存貨為 20 年前的一半，來面對目前的競爭趨勢。

這個改變是如何作到的？企業透過改善供應鏈流程及管理供應鏈的資訊系統，漸漸的改善存貨週轉率。FORD 與 UPS（United Parcel Service）的聯盟是利用這種改善來降低存貨的好例子。Ford 預期降低平均工廠至經銷商的交期，由兩個星期降至九天；UPS 後勤事業群將重整 FORD 的鐵路及公路運輸網絡，以達到更快速、更精確地由工廠到銷售點的交車作業。UPS 是全球最大的包裹運送公司。快速、準時的運送服務將使得福特公司可顯著地降低存貨需求。經銷商的線上系統直接與 UPS 網際網路查詢系統連結，這個查詢服務最終將與顧客連結。福特公司推估這個最新的電子商務投資，將會大幅降低它每年達數十億的運送成本，因較佳的存貨控制而節省成本，及解決長久以來的配送問題。

FORD 與 UPS 的聯盟讓 FORD 成為主要的製造商中，以新的配銷方法來降低存貨的領導公司。本章中我們將介紹這些存貨控制模式。假如 FORD 真的可以降低其前置時間及前置時間的變異，則其目標一定能達成。好的資訊是降低存貨的關鍵因素之一。資訊相關於「我們所擁有的及我們想要的」愈明確，存貨的需求愈低。

一些統計數字清楚的說明降低庫存所帶來的經濟利益。全美國的製造業中，庫存的平均價值約佔公司價值的 30 到 50%。舉例來說，

假如一個公司有 2,000 萬美元的庫存，它一年將耗去公司 600 多萬美元。這些成本發生於折舊、保險及機會成本等等。假如庫存的數量能夠被降到一千萬美元，那公司就可以省下 300 多萬美元，而那些省下的就變成了利潤。

在本章裏，我們將介紹標準庫存模式：設計來幫助管理階層去降低庫存成本，而仍能達到生產和客戶服務的需求。另也包括特殊的模式，比如「折扣」與 ABC 技巧。此外，我們亦將討論庫存的準確性，及說明模式在百貨公司與汽車零件供應的應用。

在教授傳統的庫存模式上，存在一些互相衝突的看法。一方認為經濟定購批量（EOQ）模式是無用的。另一方卻不同意。當從他們各自的領域來說，我們相信兩方面都對。然而你必須小心的應用。當然在一些製造業的情況，EOQ 模式是能被成功地應用。例如，及時生產製造就是以傳統「生產－消耗」庫存的模式為基礎。傳統模式對數以千計產品與零件之製造與配銷公司來說是有用的。

談到 JIT 和安全庫存量，想想 JIT 也是有安全存量的！即在生產製程中，工作站與工作站中間的容器的大小與容器的數量。此外，所有的零件供應商是不可能同時有相似的 JIT 生產排程。

一個每天由供應商運送兩次零件到生產線的 JIT 製造公司，可能會很驚訝地發現，它的供應商竟使用 EOQ 的公式，將它一個月需要的量一次生產完成。我們需要很多的因素來算出庫存的需求－只要在正確的情況下，所有的方法都可行。因此，我們必須熟悉所有的系統。

■ 庫存的定義

庫存是在一個機構中所存放的需用項目或資源。一個庫存系統就是一組政策和管控措施，來監控庫存量和決定必須保持的量，什麼時

候必須補充庫存，每次採購的量。

傳統上，製造業的庫存是指那些直接被使用於或成為公司產品的物料。製造業的庫存一般可分類為原材料、成品、零件、消耗品和在製品。在服務業，庫存通常指的是能被販賣的商品或提供服務所必需的消耗品。

在製造業或庫存管理服務的庫存分析之基本目的是（1）何時需定貨（2）訂購批量的大小。很多公司傾向於與供應商保持長期的夥伴關係，而要供應商提供整年的需求。如此便將「何時」和「批量」轉變成「何時」和「交貨量」。

■ 庫存的目的

所有公司行號（包括應用 JIT 的公司）持有庫存的原因如下：

1. 維護作業的獨立性：在工作站中，物料的充分供給能使此工作站有作業上的彈性。例如：因為在作業開始的生產準備(setup) 是很昂貴的，但庫存使得管理者能降低生產準備的數目。
工作站獨立性在裝配線上也是需要的。在同一作業上從一工件到下一工件所需的時間，很自然地會不同。因此在工作站中必須有好幾件的緩衝，所以在此工作站中就能截長補短，使得產出能夠相當穩定。
2. 符合產品需求上的變化：假如產品的需求量是已知的，也許可以（雖不見得是經濟的）只生產所需要的量。然而通常需求不是完全可知，而保持一個安全或緩衝的庫存，對吸收需求變化是必需的。
3. 讓生產排程有彈性：庫存能夠疏解生產系統對產出產品的壓力。如此能有較長前置時間，而容許透過以較大的生產量來達

到較平順和較低廉作業的生產計劃。例如，設備設置成本（**setup**）高的作業，都希望一但設備設定好了，就能生較大量的產品。

4. 提供原材料送貨時間變化的安全保障：當從一個供應商訂購材料，各種送貨延遲的情況都有可能發生：交貨時間上不可避免的變異、供應商缺原料所產生的缺貨、在供應商或運貨商發生沒有預期的罷工、定單遺失、或運送錯材料或不良品。
5. 能獲得經濟定購量的好處：發出一個定單需花費以下成本：勞力、電話費、打字、郵費等費用。因此，購量越大，定單就越少。而且，運輸成本也受惠於量大—運輸量越大，單位運費則越小。

在前述的理由（特別是第 3、4 和 5 項），我們須知庫存是昂貴的，而大量庫存通常是不可行的。大量的庫存導致生產週期過長，這也非好現象。

■ 庫存成本

在做任何會影響庫存大小的決策時，以下的成本必須加以考慮：

1. 持有成本。包含儲存設備、處理、保險、竊盜、破損、老化、折舊、稅、和資金的機會成本等成本。很明顯的，持有成本愈高，對低庫存水準和較頻繁的補充庫存之需求愈高。
2. 設置（或生產換線）（**setup**）成本。變換產品線牽涉到取得必要的材料，安排特定設備的設定，填寫必要的文件，適當的將時間與材料入賬，和移出先前作業的物料。

假如於變換一產品至另一產品時，沒有任何的成本或損失發生，那麼就能以許多的小批量進行生產。如此可降低庫存水準，而獲致成本上的降低。今日的挑戰是試著降低換線成本，

以達到小批量生產的目的（這就是 JIT 系統的目標）。

3. 訂購成本：這些成本是指用來準備採購或生產訂單的管理和行政成本。訂購成本包含所有的細節，如清點和計算定量等。訂購成本另外包括跟催訂單，以確保系統運作的成本。
4. 缺料成本：當物料的庫存用完時，該物料的定單必須等到此物料被補充或被取消。就持有庫存來滿足需求與缺料成本，本來就是一種取捨的問題。兩者間的平衡有時是很難達到，因為可能無法估計收益損失，客戶流失的效應，或延誤的損失等。通常，缺料成本都是用猜測的，只能定一個大約的範圍。

建立正確的訂購數量或決定生產的批量大小，牽涉到四種成本（持有成本、設置成本、定購成本、和缺料成本）中，尋求一個最低的總成本。

■ 獨立與相依需求

了解獨立需求與相依需求之間的不同，在庫存管理中是很重要的。因為它決定庫存系統中，所有物料之需求，是從最終產品、或產品本身來預測的。

簡單的說，獨立和相依需求之間的區別是：在獨立需求中，不同項目的需求是彼此無關。例如，一工作站能生產許多不同零件，他們彼此不相關，但需符合外在的需求條件。在相依需求中，一項目的需求是來自其他項目的需求，通常，該項目是較高階項目的零件。

就觀念上說，相依需求是一種相當直接的計算問題。所需要的相依需求之數量，就是在每一較高階層的項目中，所要用到此項的數量來計算。例如，一個汽車公司計劃每天生產 500 台汽車，明顯地它將需要 2,000 個輪圈和輪胎（或加上備胎）。輪圈和輪胎的需求是決定於汽車生產量，而非直接導出的。然而，汽車的需求是獨立，汽車公

司是從許多外在的因素來推得此需求，而且它不是其他產品的一部分，所以是和其他產品的需求是無關的。

為了決定獨立需求的生產數量，公司通常將此問題交由銷售及市場部門。他們利用許多技巧，如顧客意見調查、預測技術和經濟與社會的走向，就如在第 11 章所討論的預測一樣。因為獨立需求是不確定的，在庫存中必須持有較多的產品。本章將討論的模式就是要決定訂購多少產品，和必須庫存多少產品，以提供一定的服務水準（獨立需求的百分比），來降低缺貨的風險。

■ 庫存系統

庫存系統是用於管理與控制產品儲存的一個組織架構和操作策略。這個系統負責產品的訂購與驗收：決定訂購時間、追蹤已訂購的項目、訂購的數量和向誰訂購。這個系統也必須監控和回答以下問題：供應商收到訂單了嗎？交運了嗎？日期正確嗎？已建立再訂購或退貨的程序嗎？

模式分類

庫存系統一般有兩種：固定訂單量模式（也叫經濟訂購量，Economic Order Quantity, EOQ 和 Q 模式），和固定周期時間模式（也有些不同名稱如周期系統 periodic system，定期盤點系統 periodic review system，固定時間間隔訂購系統 fixed-order interval system 和 P 模式）。

此兩系統的基本不同點是，固定訂單量模式是事件導向，而固定週期時間模式是時間導向。固定訂單量模式是當存貨降到再訂購點時，就會發出一訂單。這事件在任何時間都可能發生，完全由產品的

需求來決定。相反的，固定時間間隔模式是限制在預定的時間結束時才發訂單，只有在時間到時，才能啟動這模式。

為了使用固定訂購量模式（當庫存降至預設點， R ，時就會發出一訂單），必須持續地監控庫存。如此，固定訂購量模式是一個持續運作的系統，此系統在每一次庫存有增減時，就必須更新庫存記錄，來確定是否已達再訂購點。在一個固定時間間隔模式中，盤點就只發生在盤點週期結束（或開始）時。（我們將會再討論一些綜合兩模式特色的混合系統）。

以下為一些其他可能會影響系統選擇的相異點（圖表 13.1）：

- ◆ 固定時間間隔模式有較大平均庫存，因它必須保證在盤點週期內， T ，不會有缺貨的情況；固定訂購量模式並無盤點週期。
- ◆ 固定訂購量模式對價格貴的項目有益，因它的平均庫存低。
- ◆ 固定訂購量模式對重要項目較合適，例如，關鍵的維修件，因為有較密切的監視，而能較迅速反應出可能缺貨的時機。
- ◆ 固定訂購量模式須要較多的時間去維護，因為每次增加或減少存貨都要記錄。

圖表 13.2 顯示當兩種模式分別被應用，並且成為一種操作系統時，是如何運作。就像我們所見的，固定訂單量系統著重於訂單量和再訂購點。程序上，每次提取庫存，提貨將被立刻記錄，剩餘庫存量與再訂購點比較，庫存量若是低於此點，則數量 Q 的產品訂單將被發出，若不低於此點，則此系統狀況將保持到下一次提貨。

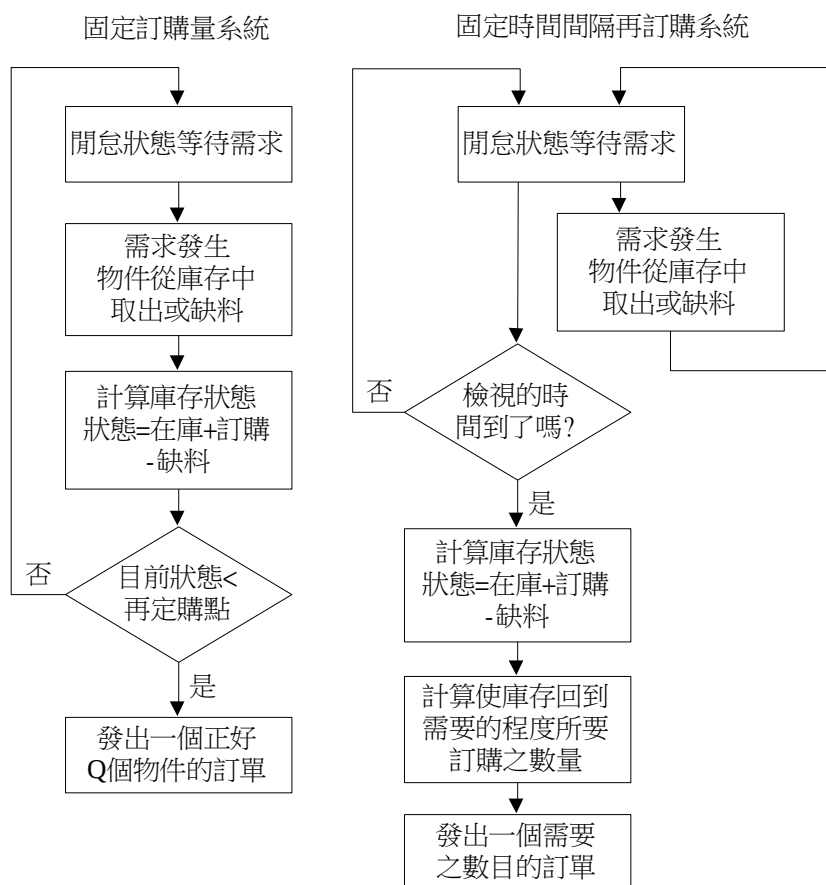
固定時間周期系統在清點或檢視庫存量之後，才決定是否發出訂單，是否要發訂單完全依照當時的庫存狀況。

圖表 13.1 固定訂購量和固定時間間隔之差異

特徵	固定訂購量模式（ Q ）	固定時間間隔模式（ P ）
訂購量	Q —定值（每次定購相同量）	q —變數（每次定購量不同）
何時訂購	R —當在庫數量降到採購點時	T —當檢視時間到時
庫存記錄	每次數量減少或增加時	只在檢視時清點

庫存大小	少於固定時間間隔模式	大於固定訂購量模式
維護時間	持續庫存記錄所以維護庫存較費時	
項目種類	高價、關鍵、或重要項目	

圖表 13.2 固定訂購量系統與固定時間間隔訂購系統之比較



■ 固定訂單量模式

固定訂單量模式試圖決定再定購點 R 以發出訂單，及訂單量 Q 的大小。再訂購點 R 是實際庫存中的一個特定量。當在庫量與在途量之和，等於或小於 R 時，即下一個訂單量為 Q 的訂單。存貨水準 (Inventory position) 是在庫量加在途量減已過期 (backordered) 的訂單量。固定訂單量模式之運作類似：當倉庫裡物品的在庫量減至 36，則要發出再購買 57 單位或更多的訂單。

這類型中最簡單的模式就是當所有情況都是已知時。假如一產品年需求量 1,000 個（確定是 1,000 而不是 1,000 加或減百分之十），整備（setup）成本或持有成本也是一樣。雖然假設完全確定是不太實際，但它為庫存模式的討論提供一個好的開始。

圖表 13.3 及有關最佳訂單量的討論都是基於以下的特徵。這些假設是不實際的，但它們是一起始點，並且允許我們使用簡單的例子來說明：

- ◆ 在一段期間內，產品需求是固定而且平均分佈
- ◆ 前置時間（從發訂單至收到貨）是固定的
- ◆ 產品的價格是固定的
- ◆ 庫存持有成本是基於平均庫存
- ◆ 訂購或設備整備（Setup）成本是固定不變
- ◆ 所有產品的需求皆被滿足（不允許欠貨）

圖表 13.3 顯示 Q 與 R 的關係成鋸齒效應。當庫存低於 R 點，就發出一張訂購單，這訂單在時間 L 結束時被收到，在這個模式中 L 是不變的。在任何庫存模式架構中，第一步是在找尋各變數的函數關係及效率的衡量。目前我們著重於成本，因此以下等式成立：

年總成本 = 年購買成本 + 年訂購成本 + 年持有成本

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \quad (13.1)$$

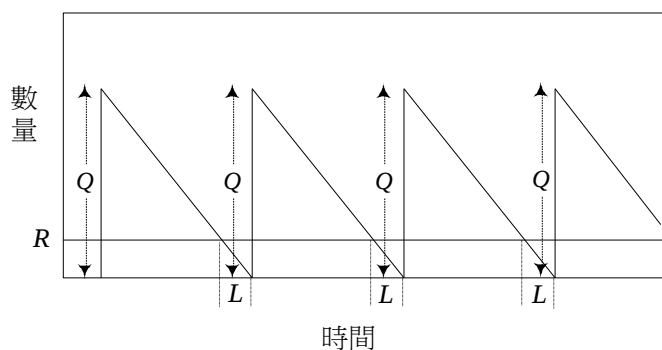
或

其中

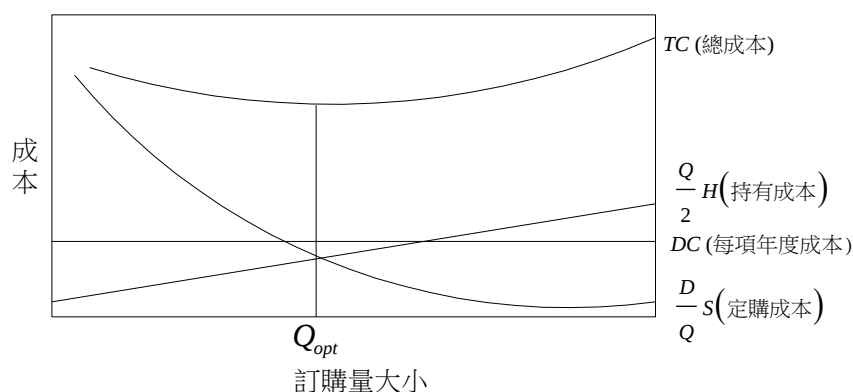
TC = 年總成本

D = 需求量（年）

圖表 13.3 基本固定訂購量模式



圖表 13.4 以訂購量大小為基礎的年度產品成本



C = 單位成本

Q = 訂單量(最佳數量被稱為經濟批量 Economic Order Quantity,

EOQ 或 Q_{opt})

S = 設置 (Setup) 成本或發訂單的成本

R = 再訂購點

L = 前置時間

H = 年平均庫存的單位持有和儲存成本 (通常, 持有成本是用產品成本的百分比來算, 就像 $H = iC$ 此處的 i 是持有成本的百分比)

在等號右邊, DC 是產品的年購買成本, $(\frac{D}{Q})S$ 是年訂購成本 (實際訂單張數, $\frac{D}{Q}$, 乘每次訂購成本 S) 和 $\frac{Q}{2}H$ 是年持有成本 (平均庫

$\frac{Q}{2}$ ，乘每單位持有和儲存的成本 H ），這些相關的成本繪出圖表 13.4。

模式發展的第二步是去發現訂購量 Q_{opt} ，以達到最小的總成本。在圖表 13.4 中，最小總成本點是在曲線之斜率為零。利用微積分，將總成本對 Q 偏微分，並設定等式為零：

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

$$\frac{d \cdot TC}{dQ} = 0 + \left(\frac{-DS}{Q^2} \right) + \frac{H}{2} = 0$$

$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (13.2)$$

因為此簡單的模式假設需求和前置時間不變，故不需安全庫存，再訂購點

$$R = \bar{d} L \quad (13.3)$$

其中

$$\bar{d} = \text{平均日需求量 (固定常數)}, L = \text{前置時間 (固定常數)}$$

例題 13.1/經濟批量和再訂購點。

決定經濟批量和再訂購點，已知：

年需求 (D) = 1,000 個單位

平均日需求 ($\bar{d}$) = 1,000/365

訂單成本 (S) = 每張訂單 5 元

持有成本 (H) = 每年每單位 1.25 元

前置時間 (L) = 5 天

單位成本 = 12.5 元

應該訂購多少數量？

解答：

$$\text{最佳訂購量為：} Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(1,000)5}{1.25}} = \sqrt{8,000} = 89.4 \quad \text{個單位}$$

$$\text{再訂購點為：} R = \bar{d}L = \frac{1,000}{365}(5) = 13.7 \quad \text{個單位}$$

進位至最接近的整數，所以庫存政策如下：當庫存量低至 14 個時，需發一張訂單訂 89 個，年度總成本將是：

$$\begin{aligned} TC &= DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \\ &= 1,000(12.50) + \frac{1,000}{89}(5) + \frac{89}{2}(1.25) \\ &= 12,611.81 \text{ (元)} \end{aligned}$$

在以上的例子中，不需要產品的購買成本，來決定訂購數量多寡和再訂購點。因為產品的購買成本是固定，故與訂購量的大小無關。

決定安全存量

先前的模式中，假設需求是已知而且固定，但大部份的情況是需求不是常數且每日有變化。安全存量將可提供某種程度的預防缺貨。安全存量之定義為預定需求量之外，所保有的存貨。例如，如果平均月需求為 100 單位，下個月之需求預測仍是 100，而存貨為 120 單位時，則我們擁有 20 單位的安全存量。

有很多不同的標準可用來決定安全庫存。最簡單的方式是：公司規定以幾週的需求為安全庫存。然而，最好還是以特定的手法來捕捉需求的變異。例如：設定某些物品的安全庫存水準，當需求超過 300

個時，將只有 5%機會缺貨。我們稱這種方法是安全庫存的機率模式。

機率模式 使用機率來決定安全存量是蠻簡單的。應用本章所介紹的模式，假設一個期間內，需求為常態分配，其平均值及標準差已知。再一次重申，本手法只考慮缺貨的機率，而不考慮缺貨量。決定某期間內缺貨的機率，僅需以預定需求為平均值，畫一常態分配圖，再查在庫量的位置即可。

在此利用幾個簡單的例題來解釋。假設下一個月的需求為 100 單位，標準差為 20 單位。假如下月初時有 100 單位的存貨，我們就知道這一個月內缺貨的機率為 50%。半數的月份會出現缺貨的情形，另外半數的月份會出現供過於求的情形。因此，我們如果於每月月初訂購 100 單位的存貨，並於月初接到存貨。長期來說，一年當中會有 6 個月出現缺貨。

如果無法接受缺貨的情況，我們就需增加存貨來減少缺貨的機會。假如我們決定增加 20 單位的存貨。所以，我們還是訂一個月的需求的存貨，但交貨的時刻訂在存貨為 20 單位時。這個安全存量提供了一個緩衝，減少缺貨的機率。若需求的標準差為 20 單位，我們即擁有一個標準差的安全存量。在附錄 D 的標準常態分配表中，由平均值向右移一個標準差，得到的機率值為.8413（查表得.3413 再加.5）。如此，約有 84%的時候，不會出現缺貨，16%的時間會有缺貨的狀況。現在，如果我們每月訂貨一次，一年當中約有 2 個月會出現缺貨（ $16 * 12 = 1.92$ ）。

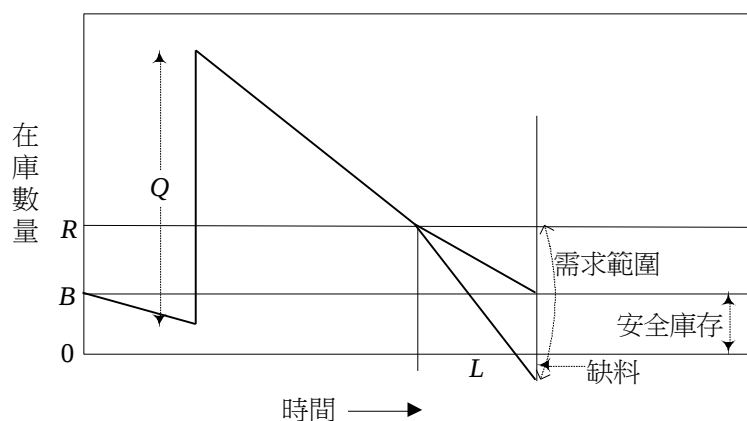
很多公司用此方法，並設定不缺貨的機率為 95%。此即需擁有 1.64 個標準差的安全存量，或 33 單位（ $1.64 * 20 = 32.8$ ）。請注意，這並不是每月多訂 33 單位。而是，每月仍訂一個月的需求，但規劃下單時刻，讓交貨時，庫存貨量剛好是 33 單位。如此每年缺貨的時間約為 0.6 個

月，或者說每 20 個月，有一個月出現缺貨。

固定訂單量模式與安全存量

固定訂單量系統不停地監視庫存水準，當庫存到達再定購點 R 時，即發新的訂單。在這個模式中，只有在發出訂單與收到貨品之間（前置時間）會發生庫存不足的危險。圖表 13.5，當庫存水準掉至再訂購點 R 時，即發出一張新的訂單。在前置時間（ L ）之內，有一個可能的需求範圍，這個範圍可由過去的需求分析得來，或由估計來決定（如果過去的資料不足）。

圖表 13.5 固定訂購量模式



像前面所討論的一樣，安全庫存量依服務水準而定。訂購量 Q 是依需求、缺貨成本、訂單成本及持有成本，以上四項計算而得。可利用固定訂單量模式來計算 Q ，像先前討論的簡單 Q_{opt} 模式。再訂購點的決定是包括前置時間的預期需求，加上由服務水準所決定的安全庫存量。固定訂單量模式，需求已知和需求不確定之間的差異，在於再訂購點之計算的不同。在這兩種情形，訂購量都相同。不確定因素皆由安全存量吸收。

再訂購點是

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L \quad (13.4)$$

其中

R = 產品再訂購點

$\bar{d}$ = 平均日需求

L = 前置天數（介於下訂單到收到貨品之間的時間）

z = 特定服務水準的標準差數

σ_L = 前置時間內使用率的標準差。

$z\sigma_L$ 為安全庫存量，如果安全庫存為正值，意味著應儘快下訂單訂貨。沒有安全庫存的再定購點 R ，簡單的說就是前置時間之平均需求量。如果前置時間的使用量預期是 20 個，安全庫存計為 5 個，當剩下 25 個產品時訂單就需發出。安全庫存愈高，下訂單的速度愈快。

計算 $\bar{d}$ 、 σ_L 和 z

前置時間（在接到訂貨前）之需求都只是估計或預測，它可能是一個簡單的數字（例如，若前置時間是一個月，需求或許是前一年的需求除以 12），或是整個前置時間的需求總和（如將 30 天前置時間的需求加起來）。在日需求的狀況， d 可以用第 11 章預測模式預估需求。例如，以 30 天的需求來計算 d ，可應用簡單的平均值

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (13.5)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{30} d_i}{30}$$

其中， n 是天數

$\bar{d}$ 的平均標準差是

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n}} \quad (13.6)$$

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{30}}$$

此處 σ_d 參考值為 1 天，如果前置時間有好幾天，用統計標準差：
在一連串獨立的變數的標準差等於變數標準差平方和開根號

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \dots + \sigma_i^2} \quad (13.7)$$

例如，我們計算需求的標準偏差為每日 10 個，若前置時間為 5 天且每天之標準差各自獨立，則 5 天的標準差為

$$\sigma_L = \sqrt{10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2} = 22.36$$

接下來我們須計算 z 及安全存貨，如果我們要一個服務水準 P （例如， P 或許是百分之九十五），因此在這一年的期間所短缺的數量是 $(1-P)D$ 或 $0.05D$ ，在 95% 水準下可能發生缺貨之機率為 1.64（見附表 D），求得之安全存貨為：

$$SS = 1.64 * 22.36 = 36.67$$

現在我們來做兩個例題，它們的差別在於第一例中需求的標準差涵蓋全部的前置時間，而第二例的標準差是一日。

例 13.2/經濟訂購量。

考慮一個經濟訂購量的例子，年需求 $D=1,000$ 個，經濟訂購量 $Q=200$ 個，期望的服務水準 $P=0.95$ ，在前置時間內需求的標準差 $\sigma_L=25$ 個，前置時間 $L=15$ 天，請決定再訂購點。假設一年 250 個工作天。

解答：

在此例題中 $\bar{d} = 1,000 \div 250 = 4$ 前置時間是 15 天，應用公式得到

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L = 4(15) + z(25)$$

本例中， $z = 1.64$

$$R = 4(15) + Z(25) = 60 + 1.64(25) = 101 \text{ 個}$$

也就是說，當庫存在庫降到 101 個時，要再訂購 200 個。

例 13.3 / 訂購量和再訂購點。

某產品的日需求為常態分配，平均值為 60，標準差 7。供應商相當穩定可靠，前置時間 6 天，一張訂單的成本 10 元，年持有成本為每件 0.50 元，沒有缺貨成本。假設全年銷售皆很平均，請求出訂購量及滿足百分之 95 的客戶的再訂購點。

解答：

此題我們須計算訂購量 Q 及再訂購點 R 。

$$\bar{d} = 60 \quad S = 10 \text{ 元} \quad \sigma_d = 7$$

$$D = 60(365) \quad H = 0.50 \text{ 元} \quad L = 6$$

最佳訂購量為

$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(60)365(10)}{0.50}} = \sqrt{876,000} = 936 \text{ 個}$$

為了計算再訂購點，我們須計算在前置時間的產品使用量，並加入安全庫存量。在前置時間 6 天中的需求標準差，是從每日各別的標準差計算而來，每日的需求是獨立的（如前所討論，獨立變數的加總標準差等於個別變數標準差加總開根號）

$$\sigma_L = \sqrt{\sum_{i=1}^L \sigma_{d_i}^2} = \sqrt{6(7)^2} = 17.15$$

同樣的 z 為 1.64

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L = 60(6) + 1.64(17.15) = 388 \text{ 個}$$

總結此例題得知，當庫存量降到 388 個，要發一張訂購 936 個產品的訂單。

■ 固定週期時間模式

在固定周期時間系統，只有在某些特定的時間才清點庫存。例如每周或每個月。定期盤點及訂貨只有下列情況才可行，例如供應商定期拜訪客戶，並提供所有的產品，或買方為了要節省運費而合併訂單；其他公司的運作有固定時間周期，故配合他們來作盤點庫存的計劃。例如，X 代理商每 2 周接受一次訂單，故員工都知道每兩週代理商的所有產品都要被盤點。

固定周期時間模式由一個周期到另一周期的訂購量是不一樣的，完全依使用率而定。一般而言，它要求的安全庫存水準要比固定訂單量模式更高，固定訂單量模式採取持續清點庫存的方法，當庫存降到再訂購點時，立刻發出一張訂單訂貨。然而，標準的固定時間周期模式採取只在特定的時間才清點庫存，有可能在下訂單後，一些大量的需求使庫存量降至零。這種狀況一直被忽視，直到下一次的清點時才可能發現，然後才發一張新的訂單，而發出訂單後，仍必須費時等候貨物到達。如此可能在整個週期時間 T 、前置時間 L ，庫存完全出清而沒有任何存貨。因此，我們需要安全存量來保護在週期時間及前置時間內缺貨的情況。

固定週期時間模式與安全存量

在固定周期時間系統，只有在盤點時（ T ）才發再訂購單，而安全庫存量為

$$\text{安全庫存量} = z\sigma_{T+L} \quad (13.9)$$

圖表 13.6 顯示固定周期時間系統中，盤點週期時間 T 和固定前置時間 L 。本例中，需求為隨機分佈，平均值為 $\bar{d}$ ，而訂購量 q 是
 訂購量 = 可能缺貨期間的平均需求 + 安全存量 - 在庫量（加在途量）

$$q = \bar{d}(T+L) + z\sigma_{T+L} - I \quad (13.10)$$

其中

q = 訂購量

T = 盤點週期的天數

L = 前置時間天數（介於發出訂單與到貨之間的時間）

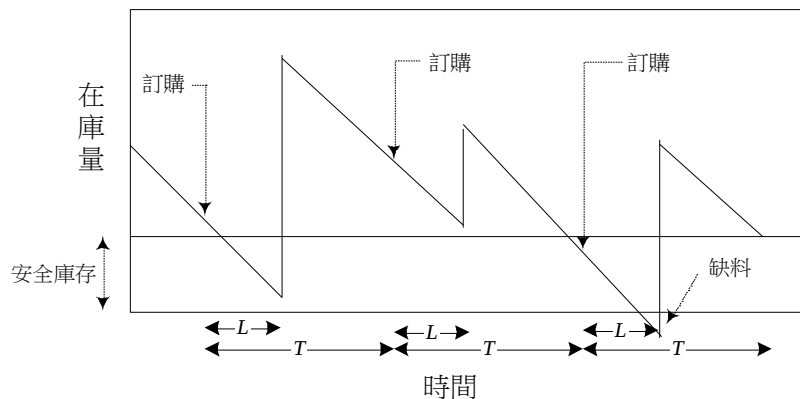
$\bar{d}$ = 預估的平均日需求

z = 在特定服務水準下的標準差數

σ_{T+L} = 盤點週期和前置時間的需求標準差

I = 目前庫存水準（包括在途量）

圖表 13.6 固定週期時間庫存模式



說明：需求、前置時間、盤點週期等等可以是任何時間單位，如天、周、年，不論時間多長，但在等式裡必須是一致的。

例 13.4/訂購量。

一產品日需求為 10 個，標準差 3 個，盤點時間為每 30 天，前置時間 14 天，管理當局有一策略就是希望庫存可以補足 98% 的需求，在這次盤點期開始時有庫存 150 個，那麼請問應再訂購多少個。

解答：

$$\begin{aligned}\text{訂購量為 } q &= \bar{d}(T+L) + z\sigma_{T+L} - I \\ &= 10(30+14) + z\sigma_{T+L} - 150\end{aligned}$$

在我們解出答案前，我們需要找到 σ_{T+L} 和 z 。我們用先前所提到的獨立變數之和的標準差等於變數標準差加總開根號來求 σ_{T+L} 。在 $T+L$ 時間的標準差為每日標準差的總和開根號：

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{\sum_{i=1}^{T+L} \sigma_{d_i}^2} \quad (13.11)$$

因為每一天是獨立的而其標準差 σ_d 是常數，

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{(T+L)\sigma_d^2} = \sqrt{(30+40)(3)^2} = 19.90$$

現在可以去求 z ，首先我們須求 $E(z)$ ，然後由表中找到相對應的值。P = 0.98 之 z 值為 2.05。所以訂購量為

$$q = d(T+L) + z\sigma_{T+L} - I = 10(30+14) + 2.05(19.90) - 150 = 331 \text{ 個}$$

為滿足本產品 98% 不缺貨的需求，在這次盤點期間需訂購 331 個。

■ 特殊模式

固定訂單量和固定周期時間兩種模式，在他們的假設有很大的不同，但有兩個相同的特徵：（1）在任何訂購量下，產品的成本保持

一致（2）再訂購的作業是連續的；亦即再訂購與儲存物品是基於產品的需求會繼續存在的假設。

這個章節要說明兩個新模式：第一個說明當產品的單價隨訂購量而改變，對訂購量的影響；第二個是一個單一周期模式（有時也叫靜態模式），此時每次的訂貨及庫存都需做一次成本權衡分析，這種模式的型態是遵守邊際分析所得的答案。

價格折扣模式 (Price-Break Models)

價格折扣模式重點在不同訂購量有不同的價格變化。例如，螺絲釘訂 1~99 個，每個成本 0.02 元，每 100 個單價 1.6 元，每 1,000 個 13.50 元。在決定產品的最佳訂購量時，我們只要簡單地求出在每一價格和價格改變點的經濟訂購量。但不是所有計算所得的經濟訂購量都是可行的。例如在螺絲釘的例子中， Q_{opt} 公式告訴我們，最佳的訂購量是 75 個螺絲，每個單價 0.016 元，但無論如何，訂購 75 個螺絲釘的單價是每個 0.02 元。

將每個經濟訂購量和價格折扣訂購量的總成本作成表格，導出最小總成本的 Q 就是最佳訂購量。如果持有成本是產品單價的百分比，或許就不須要去計算每個價位的經濟訂購量。程序上，先計算最大訂購量（最低單價），假如所得的 Q 是有效的，這就是答案。如果不是，就以下一個最大訂購量（第二低價）來計算。如果這是可行的，訂購量為 Q 的總成本和使用上一個折扣價的訂購量之總成本做比較，成本較低者決定最佳的訂購量 Q 。

在圖表 13.7 中，我們看到計算訂購量是從右到左，或從最低單價到最高單價，直到得到一個可行的 Q 。然後與每一價格折扣的訂購量比較總成本，最小成本的 Q 即為最佳訂購量—計算所得之可行解 Q 或在價格折扣點上的 Q 。

例題 13.5/價格折扣。

考慮以下的個案，其中

$D = 10,000$ 件產品（年需求）

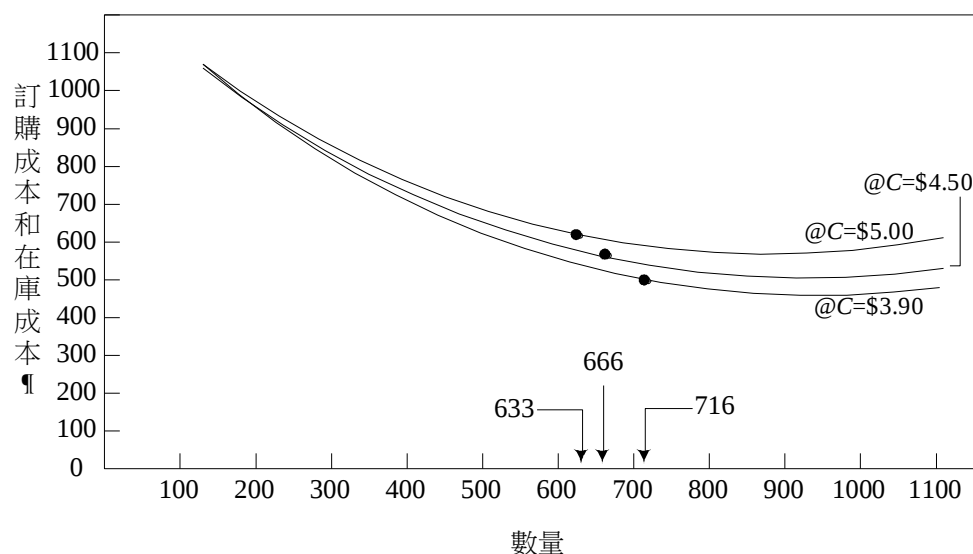
$S = 20$ 元，一張訂單之成本

$I =$ 成本的 20%（年持有成本、儲存、利息、產品過時等等）

$C =$ 產品的單位成本（依訂購量而定；訂購 0~499 件，每件 5 元；500~999 件，每件 4.5 元；1,000 件以上，每件 3.9 元）

請問應訂購多少件？

圖表 13.7 3 個價格折扣的成本曲線



解答：

從基本的固定量模式的總成本模式為

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}iC$$

$$\text{和 } Q = \sqrt{\frac{2DS}{iC}} \quad (13.12)$$

在每一單價中所得經濟訂購量如下：

@ $C = 3.90$ 元， $Q = 716$ 不可行

@ $C = 4.50$ 元， $Q = 666$ 可行，總成本 = \$45,599.70

試一下 $Q = 1,000$ ，總成本 = \$39,590 最佳解。

圖表 13.7 顯示相關的成本和訂購量的範圍。請注意大部份訂購量一成本皆不在合理（可行）的範圍內，唯有中間一段才是合理解。例如，第一個訂購量描述說以單價 5 元買 633 個，但當我們買 633 個時，單價是 4.5 元而不是 5 元。相同的經濟訂購量描述，若訂購 716 個，以 3.9 元的單價，但實際上購買不超過 1,000 個，無法得到單價 3.9 元。

圖表 13.8 詳細列舉價格折扣之經濟訂購量的總成本，最佳訂購量顯示是 1,000 件。

在考慮實際價格折扣的問題時，大量購買的價格折扣常常比按 Q_{opt} 訂購要經濟。因此，在應用此模式時，我們必須小心地估計產品過時和儲存的成本。

單一週期模式 (Single-period Models)

某些庫存訂單僅用來滿足單一週期的需求，或去滿足經常性但生產期間很短的產品，有時叫做單一週期或「送報員」問題（例如，一個送報員每天應該訂購多少份報紙）。這種問題是透過典型經濟邊際分析，利用邊際分析，最佳庫存決定於持有下一單位產品的利潤少於

圖表 13.8 三折扣價模式中的相對成本

	Q=633 當 C=\$5	Q=666 當 C=\$4.50	Q=716 當 C=\$3.90	價格 折扣 1,000
在庫成本 $\left(\frac{Q}{2}iC\right)$		$\frac{666}{2}(0.20)4.50$ = \$299.70		$\frac{1,000}{2}(0.20)3.90$ = \$390
訂購成本 $\left(\frac{D}{Q}s\right)$	不可行	$\frac{10,000(20)}{666}$ = \$300	不可行	$\frac{10,000(20)}{1,000}$ = \$200
在庫和訂購成本		\$599.70		\$590
項目成本 (DC)		10,000(4.50)		10,000(3.90)
總成本		\$45,599.70		\$39,590

產品的成本。當然，這裡所說的利益和成本視問題不同而有別，例如，我們或許比較重視持有成本對短缺成本或邊際效益對邊際損失。

在庫存品售出時，使用邊際分析的最佳庫存量，為賣出最後一個庫存品所得利益，等於或大於最後一個產品未賣出的損失。以符號來表示即 $MP \geq ML$ ，其中

MP = 如果第 n 個產品被售出所得利益

ML = 如果第 n 個產品未售出的損失

邊際效益也適合處理機率性的問題。在這情況下，我們比較期望的利益和期望的損失。加入機率以後，邊際利益－邊際損失的公式：

$$P(MP) \geq (1-P)ML$$

其中 P 是產品售出的可能性，而 $1-P$ 是未售出的可能性，因為只有一種可能會發生（售出與未售出）。對 P 做代數解得到

$$P \geq \frac{ML}{MP + ML} \quad (13.13)$$

這等式告訴我們應該增加庫存量，只要售出最後產品的機率是等於或大於 $ML / (MP + ML)$ 的比值。

殘值 殘值或從任何賣不出去的產品所剩餘的利益，可以很簡單的涵蓋至此問題內。它僅是減低邊際損失，如下例。

例題 13.6 殘值。

一產品售價每個 100 元，而它的成本為 70 元，每個未售出產品殘餘價值 20 元。在此時期望需求的範圍是 35 到 40 個產品：有 35 個絕對可以被售出，但無法超過 40 個，需求的機率和累積機率分配 (P) 在圖表 13.9 中。

產品的邊際效益是售出的價格減成本或 $MP = 100 \text{ 元} - 70 \text{ 元} = 30 \text{ 元}$ ，邊際損失是若產品未售出，它的成本減殘餘價值，或 $ML = 70 \text{ 元} - 20 \text{ 元} = 50 \text{ 元}$ 。應該訂購多少產品？

解答：

最後一個產品售出的最佳機率值：

$$P \geq \frac{ML}{MP + ML} = \frac{50}{30 + 50} = 0.625$$

圖表 13.9 需求之累計機率

需求量	(p)	(P)	
	此項需求的機率	此項銷售的機率	
35	0.10	1 to 35	1.00
36	0.15	36	0.90
37	0.25	37	0.75
38	0.25	38	0.50
39	0.15	39	0.25
40	0.10	40	0.10
41	0	41 及以上	0

圖表 13.10 有殘值的庫存邊際效益分析

(N)	(p)	(P)	(MP)	(ML)	純益
需求量	需求機率	賣出第 n 件的機率	第 n 件的期望獲利 P(100 - 70)	第 n 件的期望損失 (1 - P) (70 - 20)	(MP) - (ML)
35	0.10	1.00	\$ 30	\$ 0	\$ 30.00
36	0.15	0.90	27	5	22.00
37	0.25	0.75	22.50	12.50	10.00
38	0.25	0.50	15	25	(10.00)
39	0.15	0.25	7.50	37.50	(30.00)
40	0.10	0.10	3	45	
41	0	0			(42.00)

根據累積機率分配表(圖表 13.9)，售出這產品的機率必等於或大於 0.625，所以應該儲存 37 個。售出第 37 個產品的可能性為 0.75。儲存第 37 個產品的淨益是期望的邊際利益一期望的邊際損失。

$$\begin{aligned}
 \text{NET} &= P(MP) - (1 - P)(ML) \\
 &= 0.75(100 - 70) - (1 - 0.75)(70 - 20) \\
 &= 22.50 - 12.50 \\
 &= 10 \text{ 元}
 \end{aligned}$$

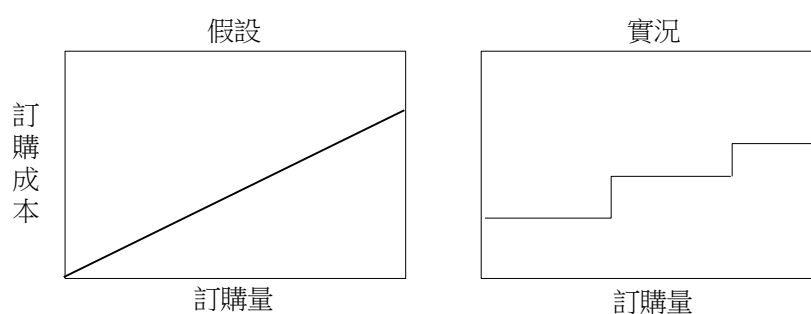
圖表 13.10 顯示所有可能的決定，由最後一行我們可以看見最佳決定是 37 個。

■ 另類系統和相關議題

取得真實的訂單、設置（Setup）、持有和缺貨成本是很困難的，有時甚至不可能的。更糟的是，假設有時是不實際的，例如圖表 13.11 比較訂購成本。在假設情況下，成本為線性的。但真實情況下，由於增加額外的工作人員，就會使成本成階梯狀。

所有庫存系統被兩個主要的問題困擾－適當的控制每一個庫存產品，和確實記錄在庫量。在本節，我們提供 3 個簡單的系統（一個選擇性的補給系統，一個單箱系統，和一個兩箱系統），ABC 分析（以價值為基礎的庫存系統），及定期盤點（增進庫存記錄正確的技巧）。

圖表 13.11 訂購成本與訂購數量：線性假設與正常的實況



三種簡單庫存系統

選擇性的補給系統 選擇性的補給系統在一個固定的周期（例如一周）內，必做庫存水準的盤點，若是存貨水準落至某特定數目以下，就訂購補給貨物。在圖表 13.1 是 P 模式，例如最大的庫存水準（此處稱為 M ）是基於需求、訂單成本和缺貨成本計算所得。因為下訂單需要時間和金錢，故必需有一個最小的定購量（ Q ）。無論何時進行盤點，皆由最大庫存水準（ M ）減在庫量（ I ）得一數值（ q ），所以

我們可從補給水準，若 q 等於或大於 Q ，則訂購 q ，否則就等到下一次盤點。即

$$q = M - I$$

若 $q \geq Q$ ，則訂購 q ，

否則就不訂任何數量的產品。

兩箱系統 在兩箱系統中，只用其中一箱的產品，而第二箱是用來提供補給產品。在圖表 13.1 中，這是 Q 模式，第二箱前置時間為零的訂單量 Q 。只要用到第二箱的產品，即下與第二箱等量的訂單去補給。實際上，這兩箱可以被放在一起。實務上，可以只用一個箱再以隔板分成兩部份。兩箱操作的關鍵是將庫存分成兩部份，預留一部份的產品直到一部份產品被用完。

單箱系統 單箱庫存系統意謂著不論需要多少皆做周期性的補給。在固定周期內（例如每周），庫存必被補足至預先決定的最大水準。不同於選擇性補給系統之再定購量必需大於最小的定購量時才定購，單箱系統每次盤點皆需補足存貨。這是圖表 13.1 的 P 模式。

ABC 庫存計畫

透過盤點、下訂單、產品入庫等等來維護庫存是需要耗費人力時間和金錢。當資源有限時，就需將有限資源做最有效的利用，來控制庫存。換言之，就是集中注意力在最重要的庫存產品上。

在 19 世紀，Vilfredo Pareto 研究在 Milan 的財富分佈時，發現百分之八十的財富控制在百分之 20 的人手裡，這種重要的少數和大多數不甚重要的邏輯，被廣泛的應用至許多情況，稱為柏拉圖（Pareto）定理。我們每天的生活裡也是如此（我們大部份的決定是不甚重要

的，只有很少數會影響我們的未來）。在庫存系統更是如此（大多數的資金用於少數的產品）。

任何庫存系統必須描述何時下一張訂單和訂購多少數量。大部份的庫存涵蓋太多的物料，不可能對每一產品皆給予一個模式，或完全的控制。遇到這種問題，ABC 分類計劃分別將庫存產品分成三群：高價量（A），中價量（B），低價量（C）。價量是重要的測量單位。

ABC 分類 若庫存產品的年需求量以金錢來表列，一般而言，會呈現出少數的產品佔了大部分的資金，而大多數產品卻佔了小部分的資金，圖表 13.12 說明了這種關係。

ABC 分析是將這個庫存產品以價格來分成三群：A 項是大約由前 15%的項目構成，B 項是次 35%的項目，而 C 項是後 50%。從圖表 13.12 中可看出，以 A 來包括前 20%（10 項中的 2 項），B 包含 30%，C 包含 50%是很好的分法。能很清楚分三群，這個分群的結果顯示在圖表 13.13，及圖表 13.14 中。

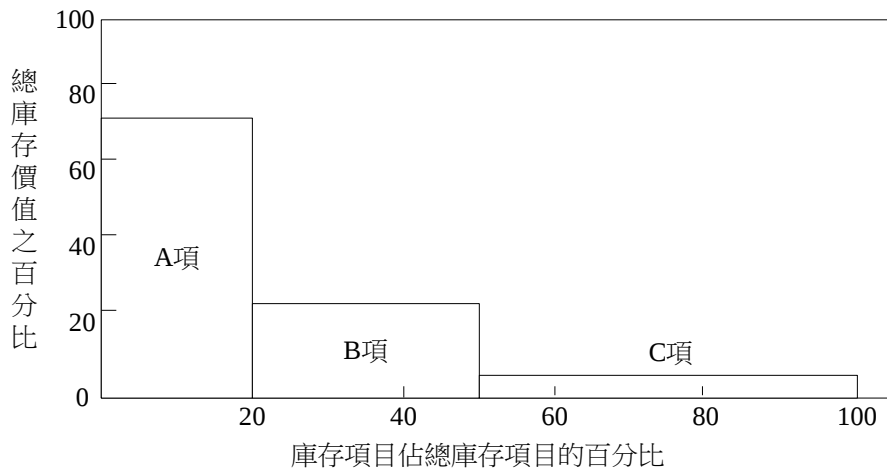
圖表 13.12 以價值表示之年度庫存量

項目	年度金額用量	總價之百分比
22	\$ 95,000	40.8%
68	75,000	32.1
27	25,000	10.7
03	15,000	6.4
82	13,000	5.6
54	7,500	3.2
36	1,500	0.6
19	800	0.3
23	425	0.2
41	225	0.1
	\$ 233,450	100.0%

圖表 13.13 ABC 分群的庫存項目

分類	項目	年度金額用量	總百分比
A	22,68	\$ 170,000	72.9%
B	27,03,82	53,000	22.7
C	54,36,19,23,41	10,450	4.4
		\$ 233,450	100.0%

圖表 13.14 ABC 庫存分類（每群之庫存價值與在庫存單上的分群百分比）



分群並非每次都這麼地清楚。然而，我們的目的是要試著去區隔重要與不重要。實際上的分割點是依照現存的庫存狀態，及有多少的時間可用（若有充裕時間，則一家公司可定義較大規模 A 類或 B 類）。

將項目分類的目的是要為每一個項目建立適當的控制，例如，週期的基礎上，A 級的項目以週定貨，以期較明確的掌控，B 級項目則可以雙週定貨，C 級項目以月或雙月定貨。請注意到，物品單價並不會影響到它們的分類。一個 A 項目也許是低價、高用量或高價、低用量的組合來達到高價量。在一汽車修護站中，汽油可能是 A 項目需每日或每週列表管制；輪胎、電池、機油、黃油和變速器油可能是 B 項目，需 2~4 週定貨一次；C 項目可能含閥軸、雨刷、散熱器蓋、水管、風扇皮帶、機油和汽油添加劑、汽車臘等等，C 項目可能每 2 或 3 個月定貨一次，甚至允許被用完，因為缺貨的成本並不嚴重。

有時候，假如一項物品缺貨將產生很大的損失，則那項目對系統便是很重要。在這樣的情況下，不管項目的分類，皆必需擁有大量足夠的存貨來避免缺貨。另一方法則是指定這樣的項目為 A 或 B 項目，以利更緊密的控制存貨，強制地將此項目納入分類，縱然它的價量仍不夠納入此項目。

庫存正確性與盤點

庫存記錄總是與實際盤點數不同，庫存的正確性即指此兩種方法的允合度。問題是誤差多大是可以被接受的？如果 X 零件所顯示的記錄是 683，而實際盤點的結果是 652，這結果合理嗎？假定實際盤點所得為 750，有 67 個超額出現，是否比較好呢？

每一生產系統都須要有一特定範圍的協定，允許庫存記錄所記載的值和實際庫存的值之差。例如，一個開放空間倉庫，產品可能在正當合法或未經許可的情況下被取走。正當取走的產品可能是因為急需而沒有登錄。有時是零件被錯置，而在幾個月以後才出現。零件經常儲存在好幾個不同的位置，但記錄可能遺失或位置登記不正確。有時庫存補給訂購時已登記入庫，但事實上卻沒有收到。偶爾，零件從倉庫中取出且已記錄，而客戶的訂單突然取消，這些零件被放回倉庫卻沒有取消的記錄。為了保持生產系統流程順暢，且沒有零件短缺或過剩的情況，記錄必需正確。

工廠如何保持正確及最新的記錄？一般的方法是把倉庫鎖起來，只有特定的倉庫人員可以接觸，及倉庫人員之績效由庫存記錄的正確性來決定，如此他們就有很強的動力去做好庫存的記錄。不論是上鎖的庫房或生產場所，每一個有庫存的地方皆應有一個保持記錄的工具。其次，是要把記錄正確的重要性傳達給所有的人員，並且只能依靠他們去完成這一工作。（最後一個方法是：設一個達到天花板的圍籬於庫房的四週，使工人不能爬過圍籬去拿零件，將門上鎖且只給一個人鑰匙，沒有人能夠未經許可與記錄拿到零件。）

另一個方法去確保正確是常常地清點庫存且和記錄相對照，一個常用的方法叫「盤點」。

「盤點」是一實物庫存清點的技巧，這個清點是經常性的而非一年一次或二次。確保有效盤點和正確記錄的關鍵是在於那一個項目要

被清點，在何時，和由誰。

實際上，今天所有的庫存系統在都已電腦化，在以下的情況下，電腦程式應產生一個盤點的通告：

1. 當記錄上顯示出低或零庫存時。（項目較少時較容易清點）
2. 當記錄上顯示出有庫存，但缺貨單卻出現時。
（顯示差異存在時）
3. 在一些特定的活動之後。
4. 依項目的重要性產生查核的通知（如 ABC 系統），如下表：

年度金額用量	查核時間
\$10,000 或更多	30 天或更短
\$3,000~\$10,000	45 天或更短
\$250~3,000	90 天或更短
少於\$250	180 天或更短

最好的清點庫存時段是庫房或生產場所沒有任何活動時。即週末或第二或第三班，設備較不忙時。假如這是不可能，當生產及各種活動正進行時，需小心地做記錄及把出入庫貨品分開。

盤點的時間是依可用人員的多少而定。有些公司由庫房人員利用平日空閒的時間來做清點；其他公司由外面的公司來清點庫存；有些公司用專任的清點員，此人專做清點和解決記錄與庫存不符的問題。雖然最後的方法看起來似較昂貴，但很多公司相信此方法，實際上比在利用 2~3 週年度大修期所做的年度的大清點要便宜。

關於實物清點和記錄的差異到底能容許多少的差異，這是一直有所爭議的。有些公司追求 100% 的正確，然而其他的則能接受 1,2,或 3% 的誤差。“美國生產與庫存管制學會”（APICS）建議對 A 項目是 $\pm 0.2\%$ ，B 項目 $\pm 1\%$ ，且 C 項目是 5%。不管決定何種特定的準確值，重要的一點是此準確值是可信的，故能以安全存量做為一種緩衝。正確度對平順的生產是很重要的，如此客戶的定單才能按照預定的日期製造，而不因缺料延誤生產日期。

服務業的庫存控制

為了說明庫存控制在服務業中是如何的運作，我們選擇了以下的兩個領域來解釋：百貨公司和汽車維修站。

百貨公司庫存策略 庫存單位（Stockkeeping unit, SKU）為百貨公司中的庫存最常見的名詞。SKU 表示一項目、它的製造者和它的成本。即使在小型的百貨公司，SKU 的數目仍是很大。例如，在家用物品部門中的毛巾是由三家製造商供應，且各有 3 種品質層次，和 3 種尺寸（手巾、面巾和浴巾），和 4 種顏色，那就有 108 種不同項目（ $3 \times 3 \times 3 \times 4$ ）。即使毛巾是以 3 件（毛巾、面巾和浴巾）整組來賣，SKU 的數目仍需 36（ $3 \times 3 \times 1 \times 4$ ）項來定義毛巾組。依店的不同，家庭用品部可能含有 3,000 到 4,000 SKU，而床單製品和家用部門可能有 5,000 至 6,000 SKU。

如此龐大的數目，意謂著無法用人工來算個別的經濟定購量。那麼，一個百貨部門如何能保持存貨和補貨定單的記錄呢？

一般說來，家庭用品可分為主要產品和促銷產品。再進一步的分類，例如廚房用品和餐具用品。或常常是由價格來分類，例如\$5、\$4、\$3 等等。

家庭用品部門通常從經銷商進貨，而非由製造商。經銷商經手許多製造商的貨品，因此運用經銷商能夠達到較少的定單與較快的交貨時間（較短的前置時間）的利益，此外，經銷商的銷售人員能夠每週拜訪家庭用品，並清點所有他們供應的貨品。再根據採購所定的補貨水準，經銷商的銷售人就為採購提出補貨定單。從家庭用品經銷商取得商品的前置時間約 2~3 天。因此，安全存量是相當的低，買方所定的補貨水準就只用來補足 2~3 天的前置時間的量，加上下一次經銷商銷售人員來之前的預計銷售量。

請注意，因為產品的種類太多，以致一般不用正式的庫存預測及建立安全庫存的方法。而是監測所有產品的價值。因此補貨的水準是由金額來設定。

透過計劃，每一個部門皆有一個月份的庫存價值之限制。藉著在庫量、月銷售額及已定購產品的表列，決定一個可購買「Open to buy」的金額（「Open to buy」是預算中未使用的部分）。這個數目就是下個月採購人員可用的總金額。當預計需求會增加時（如聖誕節、母親節等等），部門可購買的金額就增加，因此「Open to buy」的部分就變大些。為了反應需求的增加，於是補貨的水準就隨物品種類而提高，也就增加了物品的庫存。

實際上，大部分的「Open to buy」經費，在月份的第一天就花掉了，然而採購員會試著留些經費給特殊的採購或補充暢銷品。促銷品是由採購人員進行個別品項（或依級別）的管制。

汽車更換零件的庫存 在汽車維修行業中的公司，它從少數的經銷商購買大部分的零件，特約的新車經銷商從汽車製造商購買大量的部品零件。車商零件的需求主要來自於一般大眾和公司的其他部門，如維修部門或板金工廠。在這情況下的問題是如何決定數以千計零件的定購量。

一個特約的中型汽車經銷商，它所庫存的零件約值\$500,000。因為這個產業的特性，資金的運用具有相當的多樣性，所以機會成本相當高。例如經銷商可以經營租車，庫存較多的新車，或經營其他相關的業務如輪胎、活動房車、或休閒旅行車的買賣－全部都是具有高回收潛力的。這產生了一種必須以低零件和部品庫存，而能達到一個可接受之服務水準的壓力。

雖然有些經銷商依然用人工的存貨定單，大部分使用汽車製造商

所提供的電腦與軟體套件。對用人工和電腦化系統而言，ABC 的分類系統都應用的很好。昂貴和高流通率的貨品需常常清點和定貨，低價的項目則一次大量定購，但其頻率則不頻繁。次數頻繁的定購補充之一般缺點是：需要大量的人工將物品放到架上和記錄。（然而，這種補充庫存的程序並不會增加汽車商的成本，因為零件部門的人員通常利用不忙的時間來做上架的工作）

近來很多不同的電腦系統已被運用，程式能提供簡單的加權平均或指數平滑技術，來預測下一階段的需求。例如，在一個每月定購的系統中，預定採購的產品必須被清點，將目前手中的存貨輸入電腦系統。由前月的庫存量減去目前在庫的數量，再加上本月到貨的數量，所得結果就是本月的使用量。某些程式利用指數平滑模型來做預測，而有些則使用加權平均的方法。使用加權平均的電腦程式會儲存前四個（或某特定數目）的使用率，然後應用一組加權因素，去做估計，與第 11 章所描述的一樣。例如：一零件其經常使用量在一月、二月、三月、四月各為 17、19、11、23，加權數各為 0.10、0.20、0.30、0.40，因此估計五月份的需求為 $0.10(17) + 0.20(19) + 0.30(11) + 0.40(23)$ ，即 18，假如安全庫存為一個月，那麼必須訂購 36 個（一個月的需求加上一個月的安全庫存量）減掉下訂單時的在庫量。

電腦的報表提供一個有用的參考資料，確認產品、成本、訂購量大小和目前庫存的數量，此報表成為採購訂單，並且直接送至經銷商或供應的工廠，簡單是最吸引人的，一旦選定加權數來做估計，只要將在庫的產品數量輸入電腦即可。因此，根本不需計算並且不需耗費太多人力準備訂單。

■ 結論

本章介紹兩種主要的需求類型：（1）獨立需求：關於公司終端

產品的外部獨立需求。(2) 相依需求：通常是關於公司內所生產的產品之非獨立需求，因需求的產品乃是另一複雜產品的零件。大部分的產業皆具有此兩種需求。例如，在製造業中，獨立需求常見於成品、維修零件及作業所需的材料；另外，非獨立需求常見於那些被用來製成最終產品的零件或原料。在批發或零售的消費品中，大部分的需求是獨立的—每一產品皆是一最終產品，批發或零售商不需做更進一步的組合或加工。

此章的重心—「獨立需求」是根據統計而來。在定量和定期採購的模式中，安全庫存和定購點的決定會影響服務水準。兩種特殊的模式—「價格折扣」和「單一週期」也被提及。

在分析與控制中，為了顯出各項目類別的不同，我們也介紹 ABC 分析。準確庫存的重要性也被提及，還有盤點也在本章解釋。最後，很簡要的利用在百貨公司與汽車零件商店的庫存程序，來說明一些在非製造業中施行庫存管理功能的較簡便的方法。

在本章中，我們也指出要降低庫存是需要有作業系統的知識。這不是隨便挑出一模式，然後塞進一些數據即可。首先，此模式可能不適當；其次，數據可能充滿了錯誤，或甚至以誤謬的數據為基礎。而且很重要的是，必須去了解這不是可以妥協的。同樣的決定採購數量常被視為是一個妥協的問題；就是說，以保存成品來換取整備成本。不過請注意公司確實想同時降低兩項成本。

簡單的事實是公司在庫存的投資上非常的大，而且此項維持庫存的成本，每年約佔庫存價值的 25%到 35%。因此，現今大部分公司的主目標是降低庫存。

最後，請小心。在本章的公式試著去降低成本到最低，請記住一個公司目標應是「賺錢」，所以請確定降低庫存確實能支持此目標。通常，正確的降低庫存能降低成本，改善品質和績效與增加收益。

■ 關鍵辭

庫存 (Inventory) 是在一個機構中所存放的需用項目或資源。

獨立需求 (Independent demand) 不同項目的需求是彼此無關。

相依需求 (Dependent demand) 一項目的需求是來自其他項目的需求，通常，該項目是較高階項目的零件。

固定訂單量模式 (Fixed-order quantity model, Q model) 一個庫存管理的模式，一次訂購一特定量的產品，當產品數目下降至一特定水準時，才發出訂單。

固定週期時間模式 (Fixed-time period model, P model) 一個庫存管理的模式，只在一固定時間之後才發訂單，每次的訂購量皆不一定相同。

存貨水準 (Inventory position) 在庫量加在途量，減去以錯失交期的訂單量。如果庫存已被指定其他用途，存貨水準需再減去指定量。

安全存量 (Safety stock) 超過預期需求的存貨。

定期盤點 (Cycle counting) 一個實體存貨盤點技術，採經常盤點，而不是一年盤兩次。

盤點單位 (Stockkeeping unit, SKU) 用以確認庫存品的共通單位。

■ 公式回顧

Q 模式，訂購量是 Q 的總年度成本，單位成本 C ，設置成本 S ，每單位年持有成本 H ：

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \quad (13.1)$$

Q 模式最佳（或經濟）訂購量是：

$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (13.2)$$

Q 模式再定購量 R 乃基於每日平均需求量 $\bar{d}$ 以及前置時間 L ：

$$R = \bar{d} \cdot L \quad (13.3)$$

Q 模式，訂單提供一個安全庫存：

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L \quad (13.4)$$

n 天的平均日需求量：

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (13.5)$$

n 天的平均日需求量之標準差：

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n}} \quad (13.6)$$

多個獨立需求之和的標準差：

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \dots + \sigma_n^2} \quad (13.7)$$

Q 模式中安全存貨：

$$SS = z\sigma_{T+L} \quad (13.9)$$

P 模式，在盤點期間中，一固定時期 T 天的最佳定購量，前置時間 L 天：

$$q = \bar{d}(T + L) + z\sigma_{T+L} - I \quad (13.10)$$

P 模式，在盤點期間 (T)，多個獨立需求之和標準差，前置時間 L ：

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{\sum_{i=1}^{T+L} \sigma_{d_i}^2} \quad (13.11)$$

Q 模式，基於一訂單成本 S 的最佳定購量是，物件成本 (C) 的持有成本的百分比 (i)：

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{iC}} \quad (13.12)$$

單一時期模式，售出最後一件的邊際損失及邊際效益的比率：

$$P \geq \frac{ML}{MP + ML} \quad (13.13)$$

■ 範例

1. 從供應商處購買每件成本 20 元，並且估計下一年的需求 1,000 物件，假如訂購的成本是 5 元，而每件每年的儲存成本 4 元，那麼每次應該訂購多少？

a. 年的總訂單成本為多少？

b. 年的總儲存成本為多少？

解答：

$$\text{最適訂購量：} Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (1,000) \cdot 5}{4}} = 50 (\text{件})$$

$$\text{a. 年訂購成本：} \frac{D}{Q} S = \frac{1,000}{50} (5 \text{ 元}) = 100 (\text{元})$$

$$\text{b. 年儲存成本：} \frac{Q}{2} H = \frac{50}{2} (4 \text{ 元}) = 100 (\text{元})$$

2. 物件之每天生產需求量 120 件，標準差為 30 件，盤點週期為 14 天，而前置時間 7 天，盤點時有庫存 130 件，若要求 99% 的需求可以由庫存補足，請問最佳訂購量？

解答：

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{(14+7)(30)^2} = \sqrt{18,900} = 137.5$$

$$E(z) = \frac{120(14)(1-0.99)}{137.5} = 0.122$$

從圖表 15.6 得知 $z=0.80$

$$\begin{aligned}
 q &= \bar{d}(T+L) + z\sigma_{T+L} \\
 &= 120(14+7) + 0.8(137.5) - 130 \\
 &= 2,500(\text{件})
 \end{aligned}$$

3. 有一公司目前在庫量有 200 件，要訂貨需等每兩周銷售人員來拜訪時才訂貨，若產品平均需求一天 20 件，標準差 5 件，而產品到達的前置時間 7 天，本產品在管理層面希望能達到 99% 的服務水準。若銷售人員在今天下午會來拜訪，而現在存貨在庫量為 180 件(假設今天已賣出 20 個)，請問應該訂購多少產品？

解答：

由題目得知 $I=180, T=14, L=7, \bar{d}=20$

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{21 \cdot (5)^2} = 23$$

$$E(z) = \frac{\bar{d}T(1-P)}{\sigma_{T+L}} = \frac{20(14)(1-.99)}{23} = .1217$$

由圖表 15.6 中得知 $z=.80$

$$\begin{aligned}
 q &= \bar{d}(T+L) + z\sigma_{T+L} \\
 &= 20 + (14+7) + .80(23) - 180 \\
 \therefore q &= 258.4\text{件}
 \end{aligned}$$

■ 複習及討論

1. 對於一個人複印機製造商、藥品供應商及 McDonald's，請分辨她們的相依需求與獨立需求的項目。
2. 請分辨在製品庫存、安全庫存量及季節性庫存之不同。
3. 請討論會影響庫存量之成本。
4. 請問在何種情況下，一個工廠經理會選擇去使用固定採購量模式，而不使用定期採購模式。使用定期採購系統有何缺點？
5. 當有“價格折扣”時，請討論決定採購量的一般程序。當在庫成本是定價的一定比例而非一固定值時，則會有任何的不同嗎？
6. 根據庫存控制的原則，有那兩個基本的問題必須解決。

7. 請討論存在於生產整備成本、採購成本及保存成本中的假設。它們的適用性如何？
8. 請評論以下的這段話：庫存模式的好處莫過於，只要你的成本估計是準確的，你就能任選一個，並加以應用。
9. 在以下的情況中你將會用那一種庫存系統？
 - a. 供應自己新鮮食物。
 - b. 買一份日報。
 - c. 為你的車加油。以上各項，何者之缺貨成本最大？
10. 為什麼我們需要將庫存項目分類，例如 ABC 分類系統？
11. 對於改進百貨公司的庫存狀況，你會建議什麼樣的原則或程序？你的系統和在本章中所提的庫存法則相比，有何優缺點？

■ 習題

1. Ray 的 Satellite Emporium 希望為銷路最好的衛星碟型天線（型號：TS111）決定最佳訂購量。Ray 估計碟型天線的年度需求為 1,000 單位。持有成本為每件每年\$100。他估計訂購成本為每次\$25。使用 EOQ 模式，每次應訂多少單位？
2. Dunstreet 百貨公司想要發展一套庫存訂單的政策，以便對於客戶需求的產品可以由在庫得到 95%的服務水準，為了說明你的程序，請使用一白棉床單訂購政策為例子。

白棉床單的年需求量為 5,000 張，商店一年 365 天都開張，每兩周（14 天）會清點庫存並重新訂貨，而床單需要 10 天才能送達，需求的標準差是每天 5 張，目前有庫存量 150 張。問應該訂多少貨？
3. Charlie 的比薩所用的義大利香腸、黑橄欖、魚醬及義大利乾乳酪都是直接由義大利裝運進口的。一個美國的代理商每 4 周來訪並下訂單，從訂購到在義大利裝船運到美國，要 3 周才能到達。

Charlie 的比薩平均每週使用 150 磅的義大利香腸，且標準差為 30 磅。Charlie 對於他的比薩使用上好的材料及服務品質感到相當自豪，且保證對於客戶需求有 99%的服務水準。假設銷售代表剛進門，而目前有 500 磅的義大利香腸在冷凍庫裡。請問你需訂多少磅的義大利香腸？

4. 由以下的數據資料建立一個庫存管理系統，這個產品一年有 50 周的需求：

產品成本	10 元
訂購成本	250 元
持有成本	產品成本的 33%
年需求量	25,750
平均需求	每周 515
需求的標準差	每周 25
前置時間	1 周
服務水準	95%

- 訂購量以及再訂購點？
 - 年持有成本以及年定購成本？
 - 在每次訂購的循環中，預期缺貨量？
 - 若訂貨量超過 2,000 個，那麼每次訂購成本可降低 50 元，你願意嗎？每年可節省多少成本？
5. Lieutenant Commander Data 正計劃每個月（每 30 天）的旅行到 Gamma Hydra City 去取 isolinear 晶片，這趟旅程將需兩天的時間。在他離開之前，他打電話去 GHC 訂貨，晶片的需求率為每天 5 個，每週 7 天，需求的標準差為 1，他要求 99%的服務水準。假如他目前有 35 個晶片在庫，他應訂多少個？最多可訂多少個？
6. Jill 的工作室向兩家不同的供應商購兩種零件(Tegdiws 和 Widgets)來生產產品，這些零件一年 52 周都需使用，Tegdiws 使用很頻繁耗用率相當固定，當存貨降至再訂購點時，即訂購。而 Widgets 卻是每三周供應商到工作室來拜訪時訂購，以下為這兩種產品資料：

品名	Tegdiw	Widget
年需求量	10,000	5,000
持有成本(產品成本%)	20%	20%
設置或訂購成本	15.0 元	25.0 元
前置時間	4 周	1 周

安全庫存量	55 個	5 個
產品成本	10 元	2 元

- a. Tegdiws 應該用何種庫存控制系統？即每次的訂購量多少？什麼是再訂購點？
 - b. Widgets 的庫存控制系統又是什麼？
7. 若一產品之年需求量是 1,000，訂購成本 10 元，每年一個產品在庫成本為 2 元。
 - a. 每次應訂購多少數量？
 - b. 若每次訂購數量在 500 個或以上，會有 100 元的折扣，那麼你應該訂購 500 個或是仍如在 a 所做的決定？
 8. 若一產品需求為 15,600 件，每周的需求量是 300 件，標準差為 90 件，訂購成本為 31.20 元，從訂購到送達要 4 周，此產品年持有成本每件 0.10 元，為了提供 99% 的服務水準，再訂購點為何？假如生產經理被指示要減少 50% 的安全庫存量，新的服務水準為何？
 9. 一產品日需求量是 100 件，標準差為 25 件，盤點週期時間是 10 天，前置時間 6 天，盤點時，在庫有 50 件。假設服務水準為 98%，則需訂購多少產品？
 10. 產品 X 在某公司的零組件倉庫中的標準庫存，每年產品 X 固定要使用 2,000 個，每一個成本 25 元，而儲存成本包括保險及資金成本，平均成本每個要 5 元，每次要下一張訂單的成本要 10 元。
 - a. 當需要訂購產品 X 時，訂購量應該多大？
 - b. 產品 X 的年訂購成本為多少？
 - c. 產品 X 的年庫存成本多少？
 11. 一產品年需求量是 13,000 個，每周的需求 250 個，標準差為 40 個，每下一張訂單需 100 元，產品從訂購到送達要 4 周。每個產品的年庫存成本 0.65 元，為了能提供 99% 的服務水準，何時需要再訂購產品？若生產經理被告知要降低 10 個安全庫存。若是如此做，新的服務水準為多少？

12. 一公司的某特定原料有三種不同的價格，依照訂單量的大小而有所區別：

小於 100 磅	每磅 20 元
100 磅~999 磅	每磅 19 元
超過 1,000 磅	每磅 18 元

每張訂單的成本 40 元，年需求量是 3,000 個單位，持有成本是原料價格的 25%。請問經濟訂購量的大小？

13. 在過去，Taylor 工業使用一固定時間的庫存系統，每月盤點庫存，但是人工成本的增加迫使 Taylor 工業尋求一個代替的方法，以減少倉庫的人工成本，且不會增加其它成本和缺貨，以下是泰勒工業的 20 種隨機抽取的產品：

產品代號	年需求	產品代號	年需求
1	\$1,500	11	\$13,000
2	12,000	12	600
3	2,200	13	42,000
4	50,000	14	9,900
5	9,600	15	1,200
6	750	16	10,200
7	2,000	17	4,000
8	11,000	18	61,000
9	800	19	3,500
10	15,000	20	2,900

- a. 建議 Taylor 工業如何減低它的人工成本？（使用 ABC 計劃）
b. 若 15 號產品對於持續生產非常重要，你要如何將它分類？

14. Gentle Ben 酒吧和餐廳一年耗用 5,000 瓶裝進口酒，泡沫酒每瓶成本 3 元。因它的氣泡很快就消失，所以要整瓶販賣。Ben 計算得知每次下一張訂單的成本 10 元，而且持有成本為購買成本的 20%，由訂購到收到貨要 3 周。每周需求量是 100 瓶（一年有兩周公休），標準差是 30 瓶。

請問，若 Ben 想要使用一庫存系統，使其庫存成本達到最低，並且要達到購買這種酒的顧客有 95%的服務水準。

- a. 經濟訂購量？
b. 在何種庫存量時，Ben 要下訂單？
c. 在每一個訂購周期中，有多少缺貨發生？

15. Retailers Warehouse (RW) 是百貨公司家庭用品的一個獨立供應商，RW 嘗試以足夠的庫存來應付客戶 98%的需求。一種不銹鋼的刀組在庫存裡當做一個產品來儲存，它的需求量（每年 2400 組）一整年都很穩定。無論何時，只要訂購新的庫存時，訂購者都要先

確定在庫的數目，然後才打電話下新訂單，而這所有相關動作的訂單成本為 5 元，RW 計算出庫存持有和所需付的銀行貸款利息、保險等加起來，每個產品一年大約要 4 元的持有成本。

據零售商過去的數據資料分析顯示，需求量的標準差（一年 365 天）每天 4 個，訂單到產品到達的前置時間為 7 天。

a. 經濟訂購量？

b. 何時是再訂購的時機？

16. 某產品日需求量為 60 個，標偏差為 10 個，盤點週期的時間是 10 天，前置時間 2 天。若此時盤點，倉庫存貨為 100 個。假如有 98% 的需求要由庫存來補充，請問需要訂購多少產品？

17. 大學藥局每 2 周（14 天），於藥廠推銷員來拜訪時，訂購一批抗生素，Tetracycline 是醫生處方中常用的一種抗生素，它平均日需求量为 2,000 顆，而日需求標準差，從過去 3 個月中的處方中推論出來的，大約是 800 顆。訂貨至到達要 5 天。大學藥局希望能滿足 99% 醫生處方的需求。假如推銷員剛來，且目前在庫有 25,000 顆，請問應該訂購多少顆？

18. Sally 的 Silk Screening 專門為特殊節日生產應景 T 恤衫，她正在傷腦筋應為即將到來的節日，生產多少 T 恤。該節慶只有一天，當天一件 T 恤可賣 20 元，之後，一件 T 恤只能賣 4 元，一件 T 恤的成本為 8 元。以下資料為需求預測，請問她應生產多少件 T 恤？

需求	300	400	500	600	700	800
機率	0.05	0.10	0.40	0.30	0.10	0.05

19. Magnetron 公司製造微波爐上市，目前 Magnetron 自行生產零件 2104，並於廠內組裝。下一年估計 2104 零件要用 20,000 個，零件 2104 的價值是每個 50 元，儲存和持有成本合起來一年每個 8 元，準備訂貨與整備的成本要 200 元。工廠每年運作 250 天，組裝區每個工作天都開工，組裝完成 80 台微波爐。而生產零件 2104 時，每天可以生產 160 個。

a. 計算經濟訂購量。

b. 一年要下幾張訂單？

c. 假如零件 2104 由其他工廠生產並且價格仍相同，那麼什麼是你需要訂購的數量？（產品要一次到齊）

d. 假若向其他工廠訂貨的前置時間為 10 個工作天，而安全庫存量為 500 個，那麼何時是再訂購的時機？

20. Garret 企業是製造渦輪機的公司，機器一天工作 18 小時，一年工作 300 天，生產渦輪機葉片的一號機 TBM1 可以生產鈦葉片的速率是 1 小時 500 片。鈦葉片平均使用率是一天 5,000 片。這種葉片的成本是每片 15 元，儲存成本每片一天 0.1 元，包括保險、資金的利息以及倉庫場所費用，TBM1 設置的成本是每次 250 元，因前置時間的關係，葉片剩下 500 片時即開始生產。請問 TBM1 的最佳生產批量？
21. Famous Albert 很自豪他成為美國西部的餅乾大王，他的餅乾的特點在於小而新鮮，Famous Albert 在決定每天應做多餅乾的事上煩惱，依過去的需求分析，他估計了一張需求量的表，如下一頁：
- 每一打售價 0.69 元，成本 0.49 元，這包括持有成本及運輸費用。假如新鮮的餅乾當天沒賣掉，到了第二天就減價每打 0.29 元。

需求	需求可能性
1,800 (打)	0.05
2,000	0.10
2,200	0.20
2,400	0.30
2,600	0.20
2,800	0.10
3,000	0.05

- a. 請製作一張表來顯示每種可能需求量的得與失。
- b. 最佳的餅乾製作數量是多少？
- c. 使用邊際分析去解這個問題。
22. Mike 的 Muffler Shop 中有一款排氣管，可適用於大部份的汽車，他希望為此一款排氣管，建立一個再訂購點系統，來管理排氣管的存貨。請用以下的資料，來決定最佳訂購量及再訂購點。
- | | | | |
|---------|---------|------|--------|
| 年度需求 | 3,500 件 | 訂購成本 | \$50/次 |
| 日需求的標準差 | 6/件/天 | 服務水準 | 99% |
| 原料成本 | \$30/件 | 前置時間 | 2 工作天 |
| 年度持有成本 | 25%原料成本 | 工作天 | 300 |
23. Alpha 產業公司的庫存管理有許多困難，因為沒有足夠的時間去管理所有的產品。這裡有一組樣本針對一部份產品的年使用量（以金額為單位）。

產品代號	年使用金額	產品代號	年使用金額
a	\$7,000	k	\$80,000
b	1,000	l	400
c	14,000	m	1,100

d	2,000	n	30,000
e	24,000	o	1,900
f	68,000	p	800
g	17,000	q	90,000
h	900	r	12,000
i	1,700	s	3,000
j	2,300	t	32,000

- a. 你是否能建議一套系統去分配庫存管制的時間？
- b. 請說明樣本中的產品應該被置於何組。
24. 畢業後，你決定加入一家辦公器材用具店成為合夥人，這家店已經經營一些年了。在店裡及倉庫走走看看，你會發現在服務水準方面有很大的差別，有的空間和貯藏箱完全是空的，有些雖然有放物品，但卻滿佈灰塵，顯然已經放置很久。於是你決定要針對客戶的需求來調節庫存。大部分你店裡的產品是向幾個代理商購買，他們大約兩周打一次電話到店裡。

你決定用電腦報表紙來做為第一個改善的課題，你檢查它銷售和購買資料，發現在過去 12 個月，它的需求量是 5,000 箱，使用計算機由某幾天的需求量估計每天之標準差為 10 箱，並得到以下的資料：

每箱紙的成本：11 元
 期待的服務水準：98%
 商店每天都開
 銷售代表每 2 周來訪一次
 貨品到達時間是銷售代表來訪後三天

如果今天銷售代表來了，且目前在庫有 60 箱紙，請問應該訂購多少紙箱？

25. 一個大型的家電代理商為應付多種產品，必需決定一次要訂購的數量，以及再訂貨的時機，以下的資料是有關於冰箱的：

訂單成本	30 元
持有成本	年產值的 20%
冰箱成本	每台 300 元
年需求量	500 台冰箱
前置時間內的標準差	10 台
前置時間	7 天

假設一年 365 天，每天都有需求。

- a. 經濟訂購量是多少？
- b. 如果這代理商要滿足客戶 97%需求，何時是再訂貨的時機， R ？

26. 做為 Nichols 百貨公司汽車部門的新主管，確保許多產品再訂購的數量的正確估計是你的責任，你決定去測試一種產品，恰巧選擇測試 Michelin 的輪胎，XW 型號 185x14BSW。該公司的庫存系統已經使用很久，於是你調查輪胎的記錄並且得到以下的資料：

每個輪胎成本	35 元
持有成本	每年輪胎成本的 20%
需求量	每年 1,000 個
訂單成本	每張 20 元
每天需求量之標準差	3 個輪胎
貨品到達的前置時間	4 天

因為客戶通常不肯等待太長時間，而是找其它廠商，你決定客戶滿意度要能達到 98%。

- a. 請決定訂購量。
- b. 請決定再訂購點。

27. UA Hamburger Hamlet (UAHH) 每日訂購使用量大的產品（漢堡、小圓餅、麵包、牛奶等等），UAHH 每日清點它目前的在庫，並且打電話訂購產品，產品在 24 小時後到達，依據以下的資料，請決定 UAHH 應訂購多少漢堡：

日平均需求量	600 個
需求標準差	100 個
預期服務水準	99%
漢堡庫存量	800 個

28. CU, Incorporated (CUI) 生產銅片的接觸器用於開關及交換器上，CUI 必需決定訂購量， Q ，以達到最低成本及滿足年需求，銅的價格依銅的訂購量而定，以下是它的價格及其它的資料：

銅價：	2,499 磅以下，每磅 0.82 元
	2,500 磅~4,999 磅，每磅 0.81 元

5,000 磅以上， 每磅 0.80 元
 年需求量：一年 50,000 磅
 持有成本：每件產品每年銅價的 20%
 訂購成本：30 元

請問應訂多少量？

29. 一地區服務站一周開 7 天，一年開 365 天，平均每日販賣 10W40 級特級機油 20 罐，存貨持有成本每年每罐 0.5 元，訂單成本每張 10 元，前置時間 2 周，事實上不允許缺貨—因駕駛會至別處採購。
- 基於這此資料，請選擇適合的庫存模式，並且計算經濟訂購量及再訂購時機，請寫出你計畫如何去行執行，提示：假設需求量是固定的。
 - 老闆十分關心這個模式，因為需求天天在變，需求標準差由樣本中得到，每日 6.5 罐，經理希望能滿足他們 99.5%的需求（事實上是全部的需求），基於這些新的及（a）中的資料，請決定一種新的庫存計劃。使用（a）之 Q_{opt} 。
30. DAT 公司生產數位音帶用於視聽機構，DAT 缺少人員在倉儲部門來控制產品的庫存，所以請你做 ABC 分類，以下是從庫存資料得來的樣本：

品名	平均月需求量	單價
1	700	6 元
2	200	4
3	2,000	12
4	1,100	20
5	4,000	21
6	100	10
7	3,000	2
8	2,500	1
9	500	10
10	1,000	2

請為以上 10 種產品做 ABC 分類。

個案

惠普在歐洲的雷射印表機供應

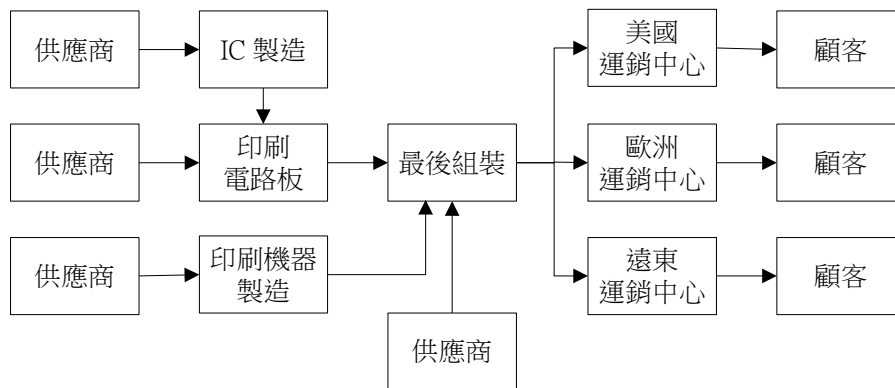
惠普在 1988 年推出的桌上型雷射列表機，已成為惠普最成功的產品。銷售量穩定成長，在 1990 年超過 600,000 台。可惜的是，其列表機的存貨亦隨著銷售量與

日俱增，更遭的是公司準備在歐洲的提高存貨量，以便應付市場的現貨需求。

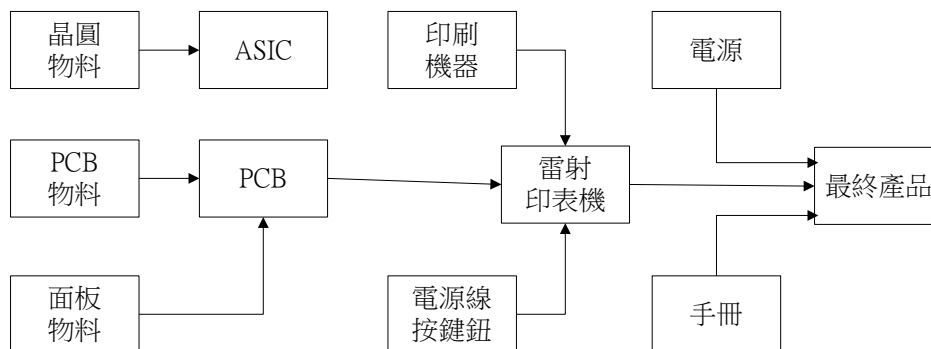
桌上型雷射列表機的供應鏈

惠普桌上型雷射列表機的供應鏈是由供應商、製造商、配銷中心、零售商及顧客所組成(如圖表 13.15)。惠普的製造廠在溫哥華，製造列表機主要有兩個步驟：(1) 列表機電路的組合及測試 (PCAT)，(2) 最終的組裝與測試 (FAT)。PCAT 包括電子零件 (如積體電路、唯讀記憶體及未加工的電路版) 的組裝與測試；而 FAT 則為其它次要零件 (如馬達、電線、PCAT 組裝後的電路) 的組裝與測試。PCAT 及 FAT 組裝所需的零件，來自惠普其它部門或全球各地的外部供應商。

圖表 13.15 HP 桌上型雷射列表機之供應鏈



圖表 13.16 HP 桌上型雷射列表機之物料清單



在歐洲銷售的桌上型雷射列表機，因地區的需要，需對列表機電源供應及文字的轉換作額外的修正。明確的說，雷射列表機地區化的作業包括：組裝恰當的電源模組，電壓為 110 或 220，電源線的插頭，雷射列表機本身，用當地語言寫的使用手冊。目前的作法是電源模組與印表機一起做最終測試。因此，出廠的產品已是為

最終市場做好地區化的印表機。目前在歐洲市場中共有六種不同的桌上型雷射列表機設計，包括 A, AA, AB, AQ, AU 及 AY（如圖表 13.16）。

目前生產桌上型雷射列表機包括 PCAT 及 FAT 的產出時間約為一週。由溫哥華運送到歐洲配銷中心需費時五週船期。運送時間冗長是因海運、進口港滬的通關與稅務作業。惠普安排每週出一批貨前往歐洲。

列表機產業競爭相當激烈，對零售商來說，將存貨量降至最低是主要目標，因此導致惠普在歐洲的配銷中心需要準備足夠的存貨，以應付零售商緊急的調貨。管理階層亦決議要將歐洲市場的存貨水準提高。

圖表 13.17 歐洲雷射印表機需求

型號	11 月	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	80		60	90	21	48		9	20	54	84	42
AB	20,572	20,895	19,252	11,052	19,864	20,316	13,336	10,578	6,095	14,496	23,712	9,792
AU	4,564	3,207	7,485	4,908	5,295	90		5,004	4,385	5,103	4,302	6,153
AA	400	255	408	645	210	87	432	816	430	630	456	273
AQ	4,008	2,196	4,761	1,953	1,008	2,358	1,676	540	2,310	2,046	1,797	2,961
AY	248	450	378	306	219	204	248	484	164	363	384	234
總計	29,872	27,003	32,344	18,954	26,617	23,103	15,692	17,431	13,405	22,692	30,735	19,455

存貨危機

降低雷射印表機供應鏈中的存貨數量，及即時提供產品的服務，已成為在溫哥華管理者面臨的挑戰。生產部門已經將由配銷中心所造成的不可預知的變異因素降至最低。然而，歐洲市場的需求預測卻是相當大的問題。在歐洲市場中，常出現的狀況在於某些地區印表機缺貨，某些類型印表機存貨愈積愈多。在過去，歐洲市場存貨數量是依經驗法則來預測安全存貨水準。具體來說，其存貨是以一個月的平均銷售量為準，而以目前狀況來看，預測不準確導致不斷修改安全存貨量。

惠普利用員工組成修正預測及計算安全存貨量專案小組，希望透過利用新的存貨預測技術及正確的歷史需求資料解決目前的困難（圖表 13.17）；另一個需解決的問題在於選定一個存貨持有成本，用來安全存量的分析。在惠普公司中存貨持有成本由 12% 到 60% 都有。最後專案管理者決定採用 25%。另假設平均一台印表機生產及運送到歐洲成本為 250 元，使用安全存貨機率為 98%。

配銷作業

歐洲配銷中心作業流程採用簡單、標準方式生產，包括下列四個步驟：

1. 接受（完成）由不同供應商提供的產品並加以儲存
2. 依顧客訂單提供各種產品
3. 包裝並貼送貨單
4. 交運產品

印表機在這樣標準化的作業流程運作順暢，但其它產品如個人電腦、螢幕等需要特別整合流程，整合流程包括適當的鍵盤，及不同國家使用的手冊等等。雖然這樣的流程需求並不需額外的勞力，但卻無法將其融入標準流程，並常常打斷物料流程；配銷中心對支援組裝作業感到非常無力。基本上，配銷中心將本身視為一個倉儲中心，而繼續做他們最擅長的配銷。

HP 的高階管理者認為在倉儲中心進行最終的產品的整合是非常有價值的。因為這樣允許工廠運送最通用的產品至倉儲中心，在配銷給顧客之前做地區化。

問題：

1. 假設在溫哥華的工廠繼續生產六種模式的產品，請利用表 13.17 中資料設計一個存貨模式，並計算出該公司應投資在歐洲桌上型印表機存貨成本為何？
2. 利用第一個問題計算結果，比較目前該公司在 DC 以月平均存貨為安全庫存的政策。
3. 評估提供歐洲 DC 一般性產品，在交運給顧客之前進行整合作業（包括電源裝置及手冊），對於 DC 存貨投資的影響為何？
4. 您對 HP 的建議為何？