

# 第五章 存貨對財務的影響

全球運籌與供應鏈管理

# 本章內容

- 5.1 介紹
- 5.2 存貨策略的財務觀點
- 5.3 存貨持有成本
- 5.4 產業案例：日常消費品產業
- 5.5 存貨週轉率對存貨持有成本的影響
- 5.6 基礎存貨管理
- 5.7 不良存貨管理的徵狀
- 5.8 改善存貨管理

# 5.1 介紹

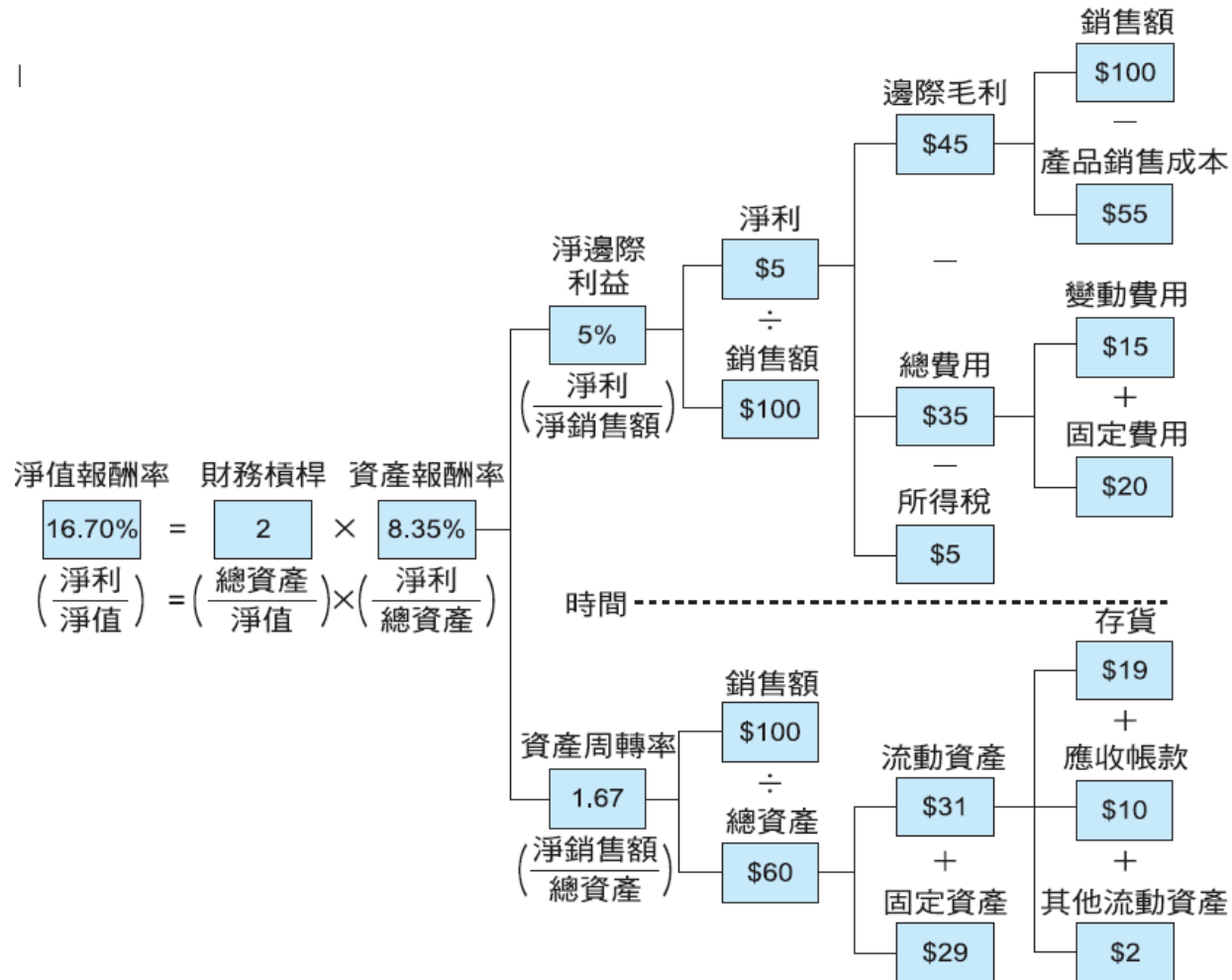
- 存貨在資產中扮演了一個最大且單一的投資，尤其是大批發商及零售商
- 高度競爭市場導致了產品數量的激增，因為公司試圖滿足不同的市場部門需要
- 另外，在多數產業，顧客習慣了產品具有高度的可用性，對大多數的公司而言，結果將是導致較高的存貨水準
- 存貨管理也是一項重要的活動，對公司而言資本投資於存貨必須與其他可用的投資機會相互競爭，與存貨相關的付現成本在商業行為中也被視為一項重大的成本

- 管理部門應該藉由下列條件而做出決定存貨持有成本
  - 運籌系統設計
  - 顧客服務水準
  - 物流中心的數量及地點
  - 存貨水準
  - 存貨存放
  - 運輸模式
  - 生產計畫
  - 最小生產運作

## 5.2 存貨策略的財務觀點

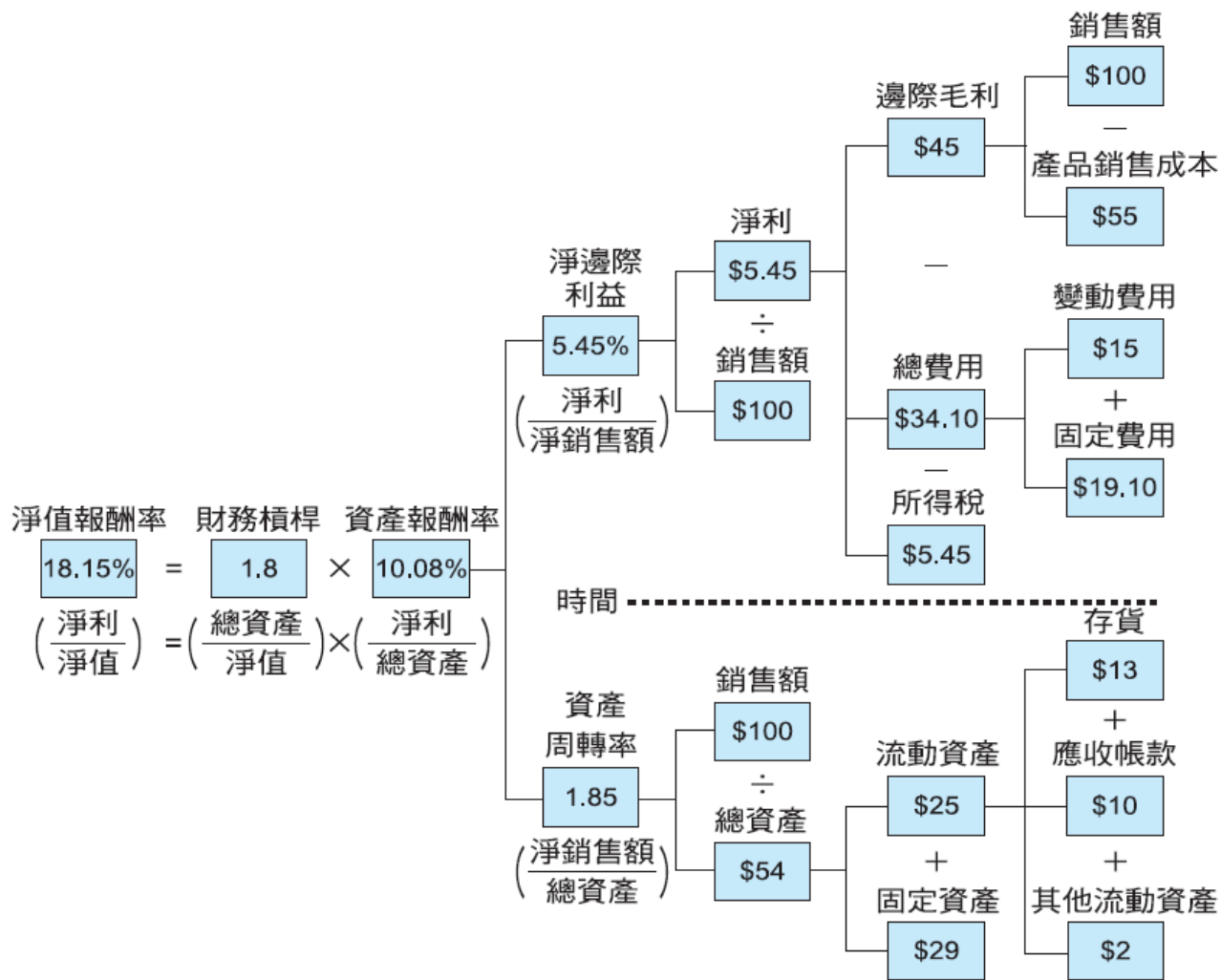
- 過多的存貨會降低獲利能力，過多的存貨水準在以下二方面會侵蝕公司獲利
  - 淨利會因為存貨管理而減少，這些為付現成本，例如保險、稅捐、儲藏、廢棄、損壞及利息支出，甚至於因為月借貸的方式來做存貨
  - 總資產將隨存貨總額而增加，也隨資產周轉率而減少，結果就是資產周轉率的減少及新增於淨資產

# ABC公司策略獲利模式及財務資料



注意：假設所得稅率等於50% 稅前淨利。

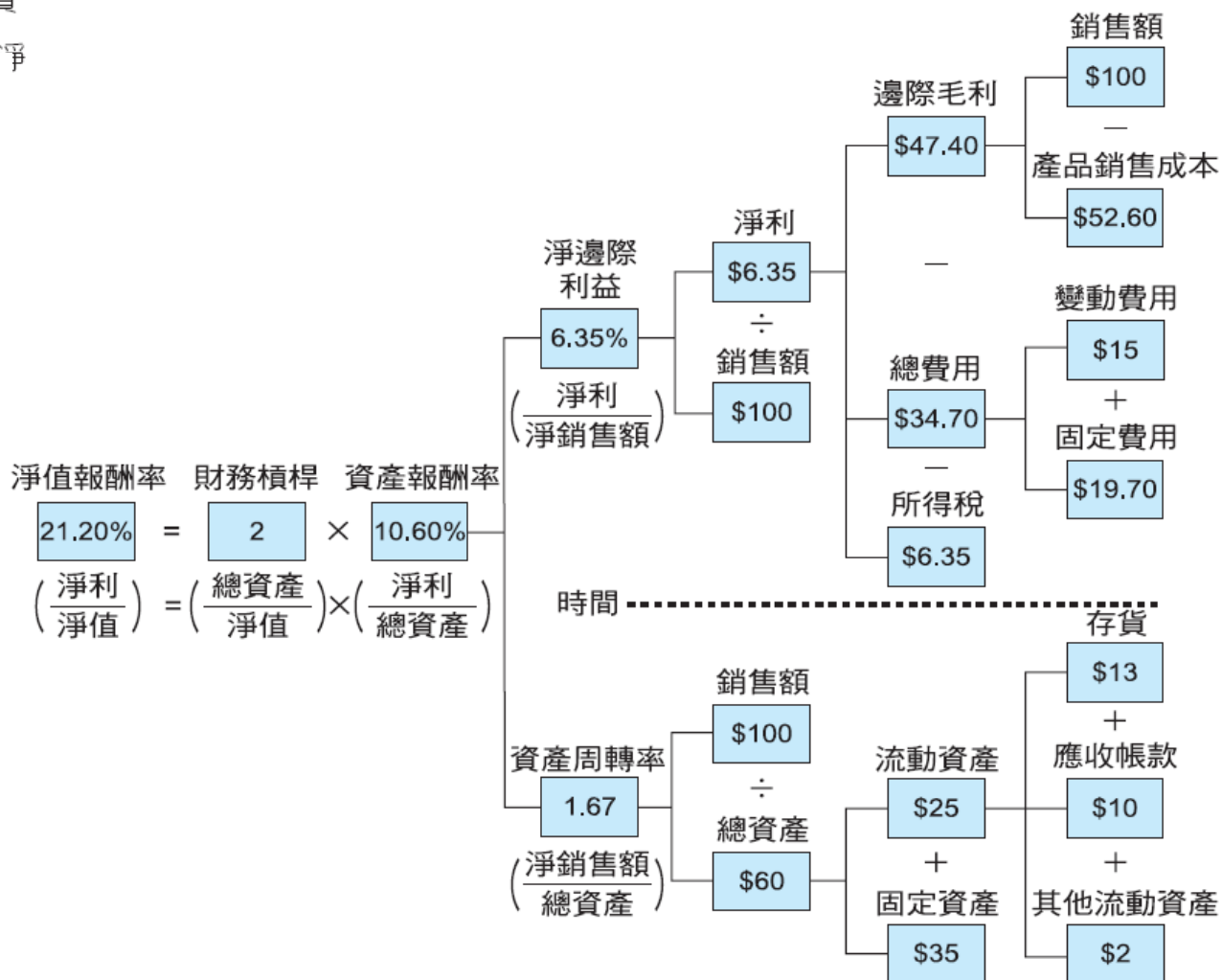
# ABC公司償還銀行貸款，存貨減少對公司淨值的影響



注意：假設所得稅率等於50% 稅前淨利。

# 在資金分配下存貨減少對ABC公司淨值的影響

貨  
淨



注意：假設所得稅率等於50%稅前淨利。



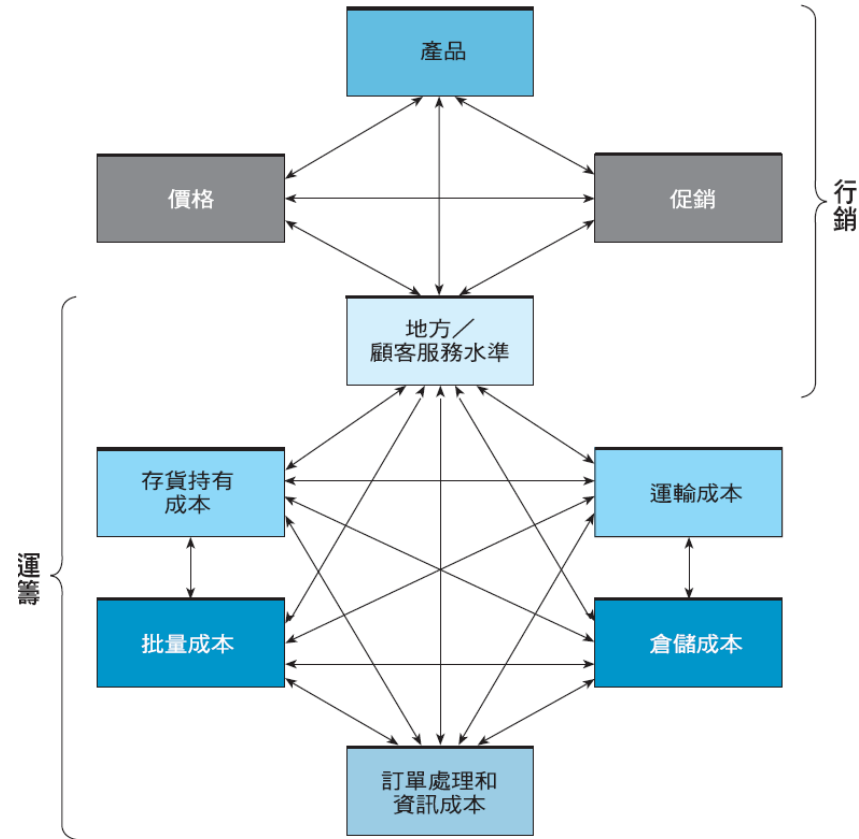
# 存貨及最小運籌總成本

- 存貨持有成本不只是直接影響公司所有的倉庫數量，另外也會影響公司的運籌政策
- 給予相同的顧客服務水準及低存貨持有成本將導致多個倉儲及減少運輸模式，例如：鐵路運輸
  - 換句話說，高的存貨持有成本將導致有限的存貨數量及需要較快速的運輸模式，
- 若公司無法有效的估計存貨持有成本，則不可能只靠選對運籌策略就能降低成本
  - 存貨持有成本不只是直接影響公司所有的倉庫數量，另外也會影響公司的運籌政策
- 此外了解存貨持有成本才有辦法決定經濟生產量、經濟訂購量及銷貨折扣

## 5.3 存貨持有成本

- 存貨持有成本（**inventory carrying costs**）是與儲存存貨相關的，包含許多不同的成本種類及普遍被視為運籌的最高成本之一

# 行銷與運籌的成本權衡



行銷目標：分配資源於行銷使公司長期獲利最大化。

運籌目標：以最小化總成本達成顧客服務目標，其總成本 = 運輸成本 + 倉儲成本 + 訂單處理和資訊成本 + 批量成本 + 存貨持有成本。

資料來源：Adapted from Douglas M. Lambert, *The Development of an Inventory Costing Methodology: A Study of the Cost Associated with Holding Inventory* (Chicago: National Council of Physical Distribution Management, 1976), p. 7.

# 存貨持有成本的四項要素

- 資金成本
- 存貨服務成本
- 倉儲空間成本
- 存貨風險成本

# 如何決定存貨的價值

- 直接成本法（**direct costing**）
  - 是一種成本會計的方法，其建立在將固定及變動因素拆開的成本
  - 在直接成本法下，生產的固定成本是不含存貨的價值，因此存貨價值較能準確的反映重置的支出成本
- 歸納成本法（**absorption costing**）
  - 大部分的製造業是普遍的使用這個傳統方法，固定生產管理費用是被計入存貨價值中

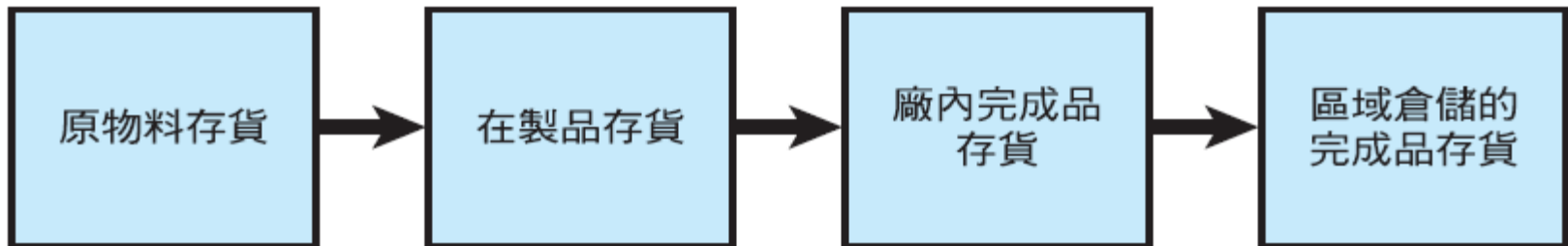
# 公司評估實際成本和標準成本的方法

- 實際歸納成本法
  - 包含直接物料及直接人工的實際成本再加上已決定的變動和固定生產管理費用
- 標準歸納成本法
  - 包含已決定的直接物料及直接的人工費用再加上已決定的變動及固定的管理費用
- 實際直接成本法
  - 包含實際成本直接物料及直接人工，再加上已決定的變動生產管理費，但不含固定的生產管理費
- 標準直接成本法
  - 包含已決定成本的直接物料費及直接人工，再加上已決定的變動生產管理費，但不包含固定生產管理費

# 計算存貨的三種方法

- 先進先出法（**first-in, first-out, FIFO**）
  - 假設早進入的存貨要先售出，留在倉庫的是最近才入庫的
  - 在**FIFO**情況下，重視的是近期的重置成本
- 後進先出法（**last-in, first-out, LIFO**）
  - 售出的是最近才入庫，留下的是早期所入庫的存貨，這種方式主要是要對應出取得存貨售出的最近成本在價格上漲的期間，後進先出法將會有較低的存貨價格，較高的出售成本及較先進先出法較低的獲利，當價格下跌時情況則相反
- 平均成本法（**average cost**）
  - 這個方法下平均可能會變動，每一個進貨的平均及在存貨貨所取得的新平均價格或加權的平均，也就是期初存貨加上購入總數量的單價

# 製造商的運籌系統的存貨狀態



假設：完成品存貨的增加（減少）一次，會導致原物料增加（減少）購買一次。



# 存貨服務成本

- 存貨服務成本包含因為持有存貨而所支付的個人不動產稅、火險及竊盜險
- 稅賦種類依存貨所在地而有所不同

# 四種倉儲場所

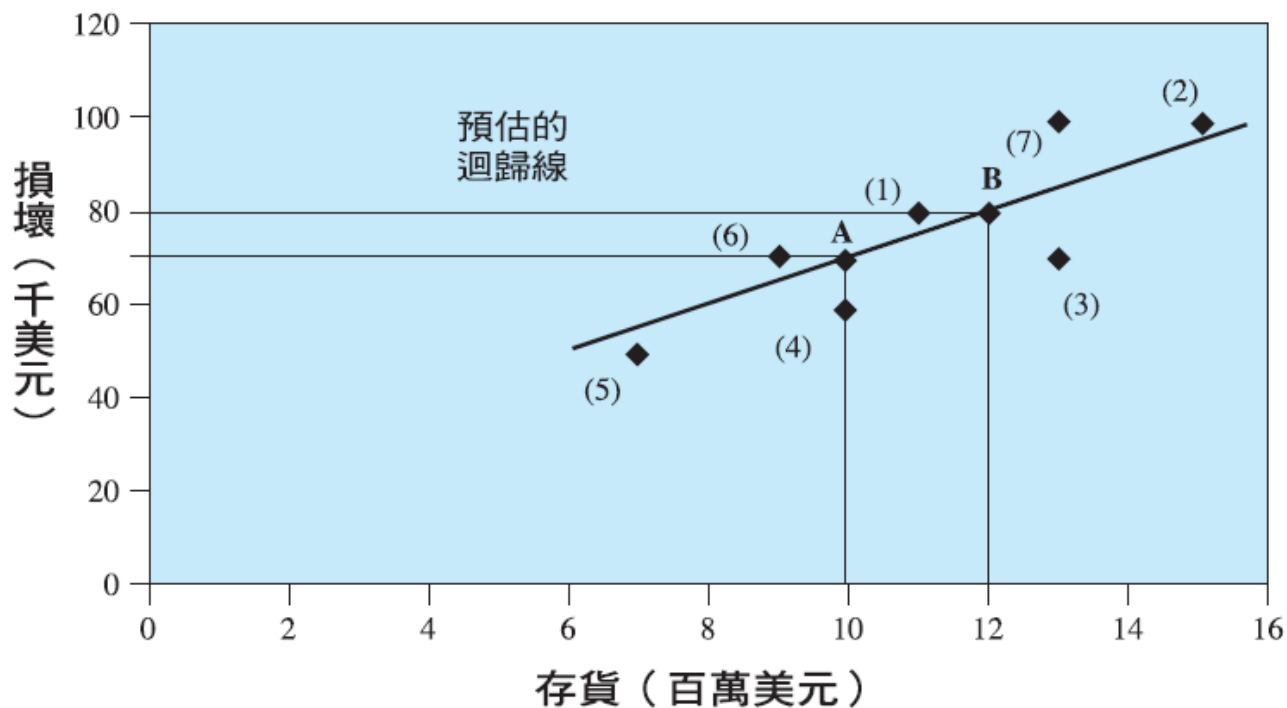
- 工廠倉庫
- 公有倉庫
- 以合約方式所租賃的倉庫
- 公司自有倉庫

# 存貨風險成本

- 廢棄
- 損壞
- 缺損
- 存貨地點的變更

# 不同時間點的損壞率與存貨水準的關係

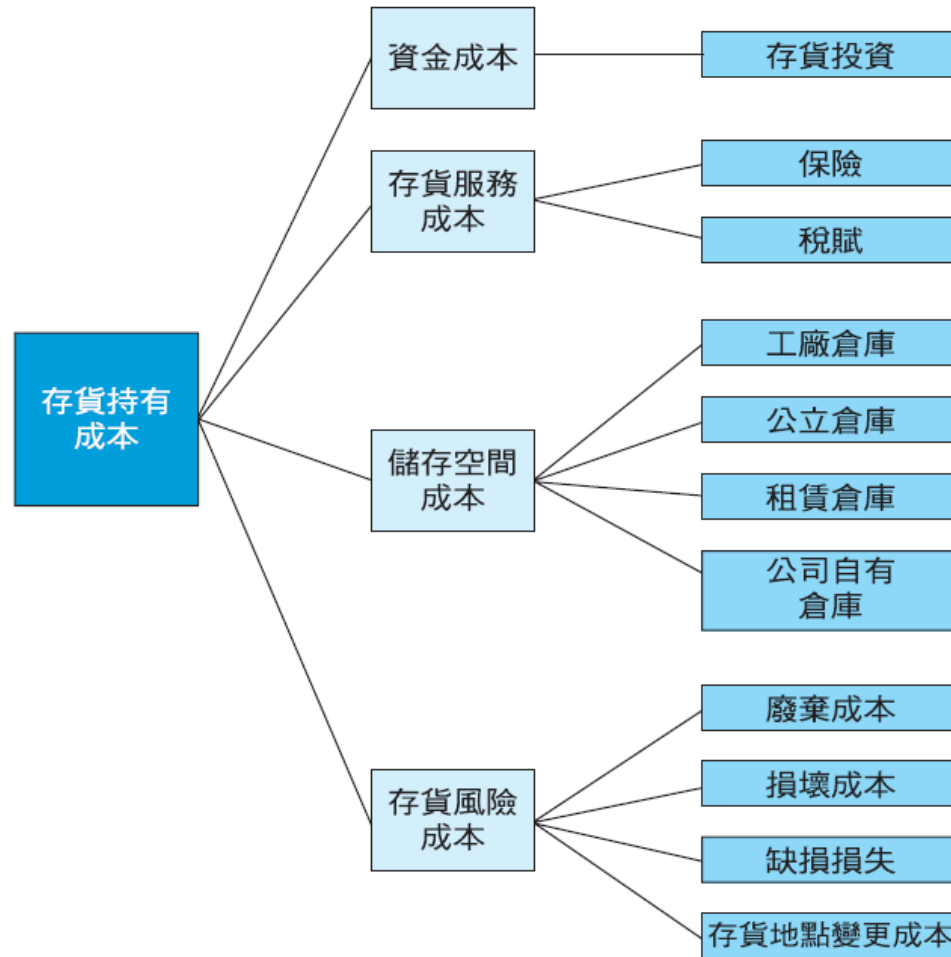
	期間						
	1	2	3	4	5	6	7
Y, 損壞 (千美元)	80	100	70	60	50	70	100
X, 存貨 (百萬美元)	11	15	13	10	7	9	13



# 運用迴歸分析決定存貨相關成本

- 簡單的線性迴歸（linear regression）可做為分離出與存貨水準相關成本的工具
- 簡單的線性迴歸分析主要目標是要建立兩個相關變數的量化關係，為了要建立X和Y這兩個變數的關係

# 存貨持有成本的標準模式



資料來源：Douglas M. Lambert, *The Development of an Inventory Costing Methodology: A Study of the Costs Associated with Holding Inventory* (Chicago: National Council of Physical Distribution Management, 1976), p. 68.

## 5.5 存貨週轉率對存貨持有成本的影響

- 增加存貨週轉率可能會減少獲利

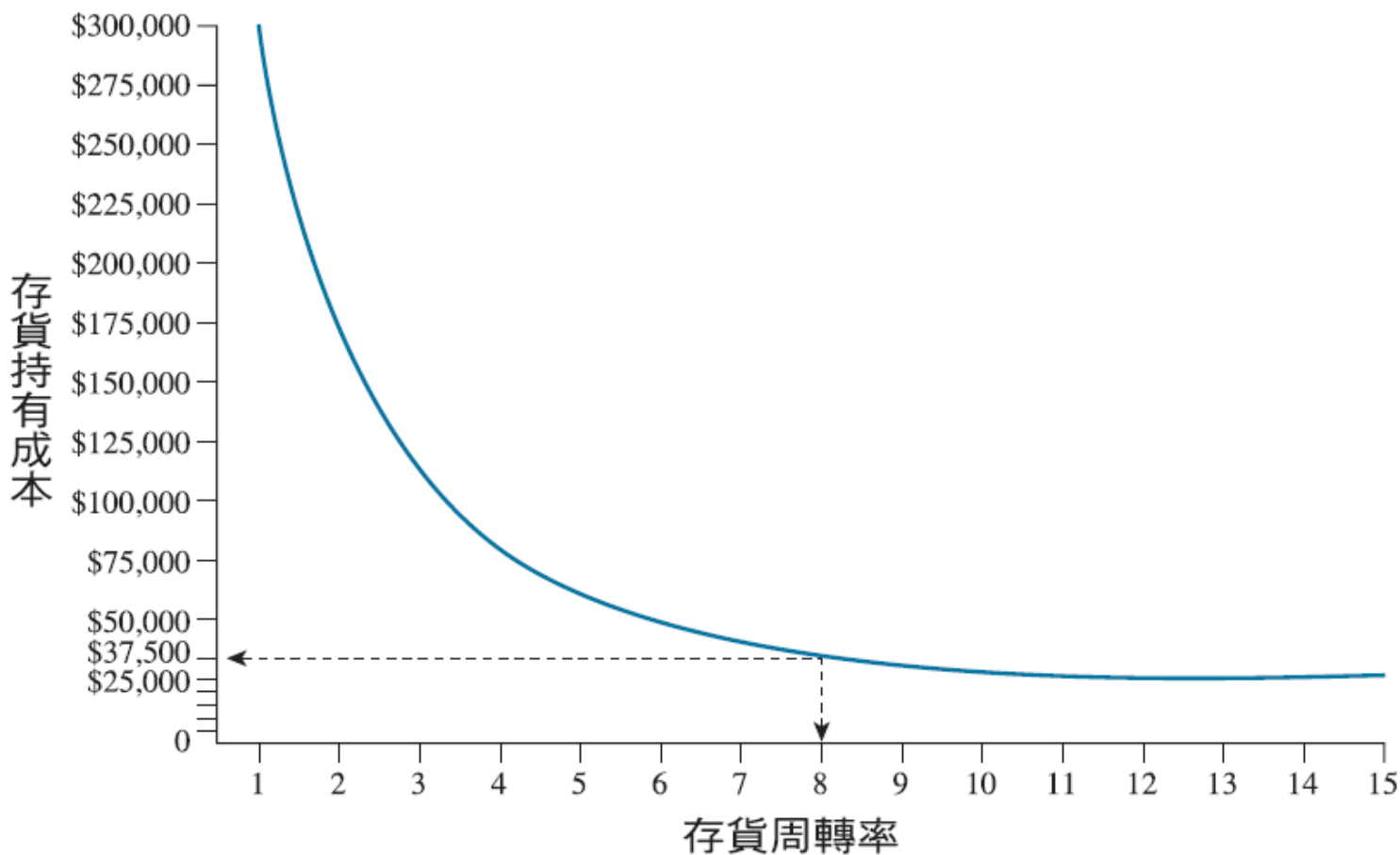
# 存貨週轉率對存貨持有成本的影響

存貨週轉率	平均存貨	40%的持有成本	節省的持有成本
1	\$750,000	\$300,000	—
2	375,000	150,000	\$150,000
3	250,000	100,000	50,000
4	187,500	75,000	25,000
5	150,000	60,000	15,000
6	125,000	50,000	10,000
7	107,143	42,857	7,143
8	93,750	37,500	5,357
9	83,333	33,333	4,167
10	75,000	30,000	3,333
11	68,182	27,273	2,727
12	62,500	25,000	2,273
13	57,692	23,077	1,923
14	53,571	21,428	1,649
15	50,000	20,000	1,428

資料來源：Douglas M. Lambert and Robert H. Quinn, "Profit Oriented Inventory Policies Require a Documented Inventory Carrying Cost," *Business Quarterly* 46, no. 3 (Autumn 1981), p. 65.

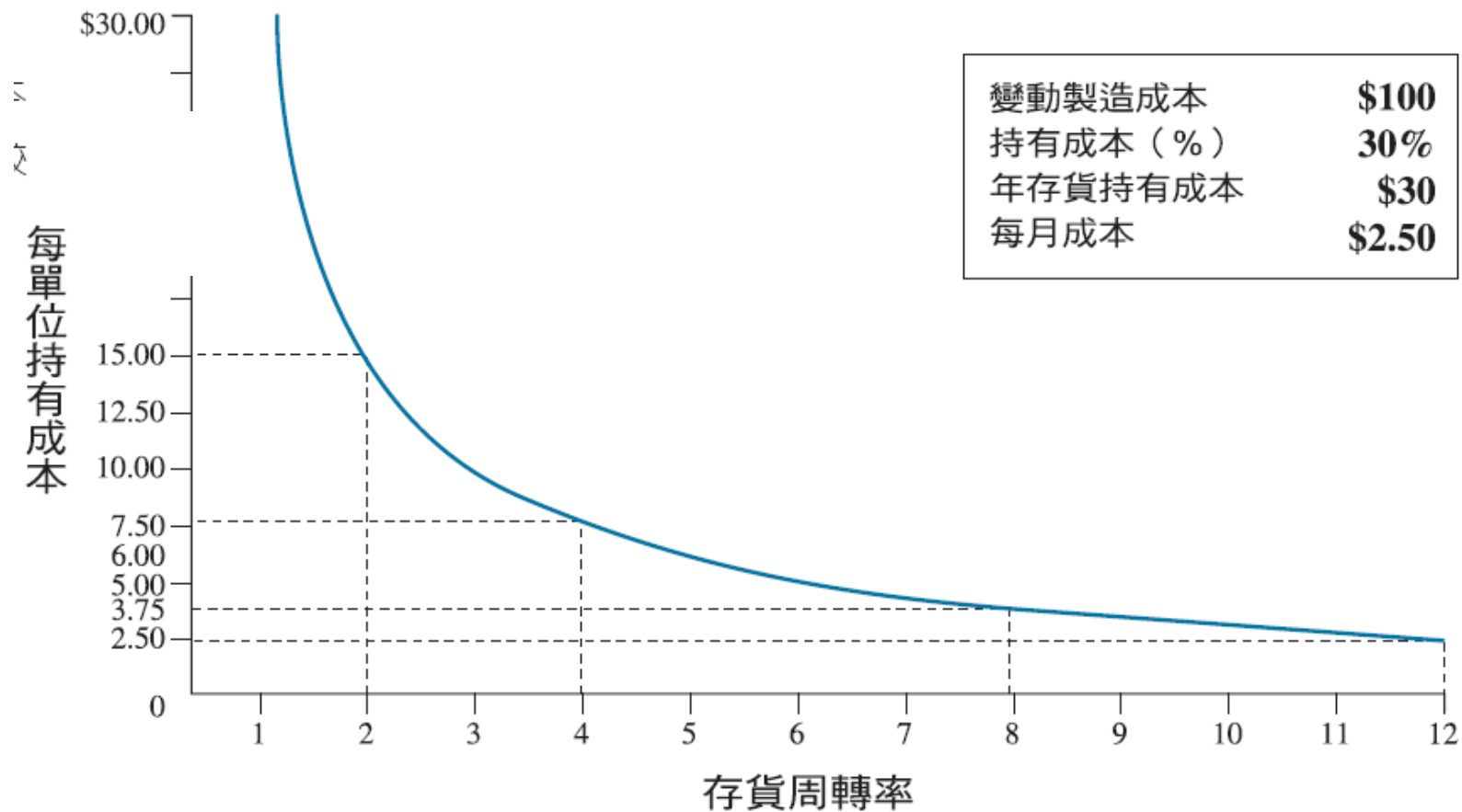


# 存貨週轉率與存貨持有成本的關係



資料來源：Douglas M. Lambert and Robert H. Quinn, "Profit Oriented Inventory Policies Require a Documented Inventory Carrying Cost," *Business Quarterly* 46, no. 3 (Autumn 1981), p. 65.

# 年存貨持有成本與周轉率的比較



資料來源：Jay U. Sterling and Douglas M. Lambert "Segment Profitability Reports: You Can't Manage Your Business Without Them," unpublished manuscript, 1992.

## 5.6 基礎存貨管理

- 存貨管理的目標
  - 增加公司的獲利能力，預測存貨水平對公司的影響能力及縮小運籌總成本
- 公司的獲利能力能夠藉由增加銷售量或減少存貨成本而達成
- 結合的總成本應該成為存貨計畫的目標
- 存貨經理人需決定要訂購多少存貨及何時下單

# 存貨的類型

- 存貨分為六類
  - 週期存貨
  - 在途存貨
  - 安全庫存
  - 投機性存貨
  - 季節性存貨
  - 及呆滯存貨

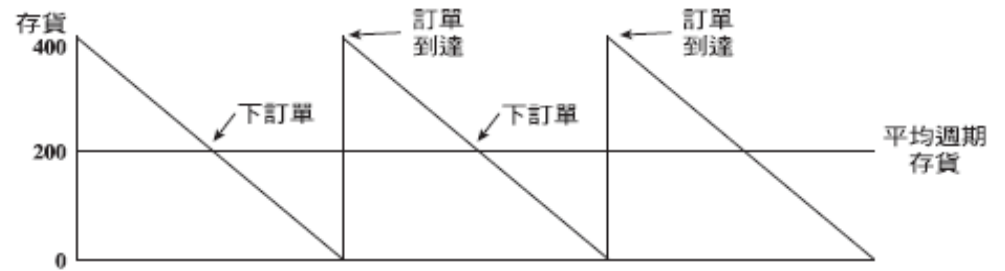
- 週期存貨（cycle stock）
  - 因為補貨程序及因某些確定的需求，也就是，公司精準的預測需求即補貨時間
- 在途存貨（in-transit inventory）
  - 品項是由一個地點運送到另一個地點
- 安全庫存（safety stock）
  - 數量是高於週期存貨，因為需求及前置時間的不確定

# 存貨的類型

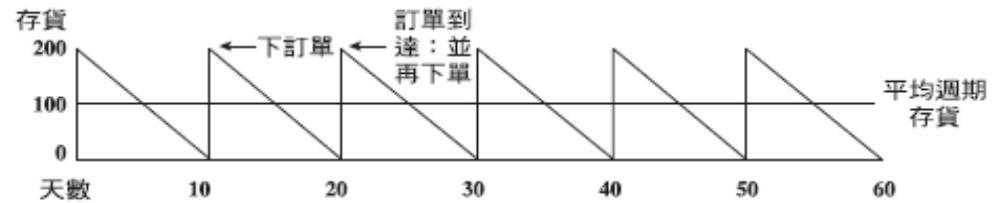
圖表5-10

再下單數量對平均存貨投資與固定需求和前置時間的影響

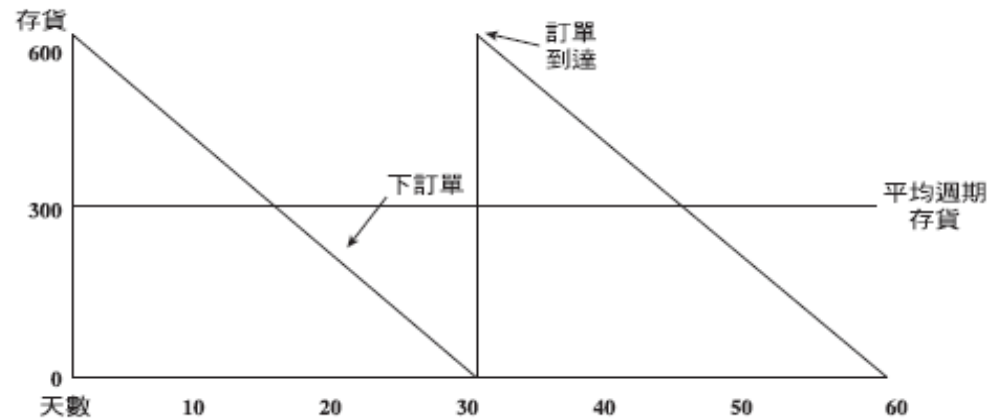
A. 400單位的下單數量



B. 200單位的下單數量



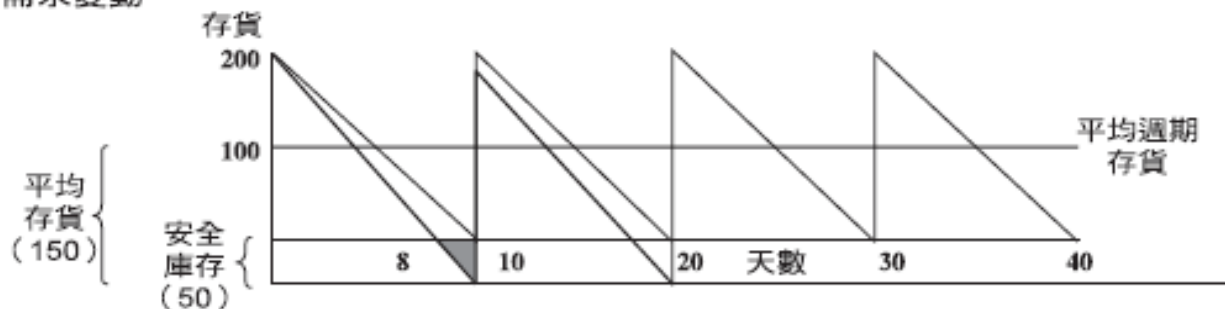
C. 600單位的下單數量



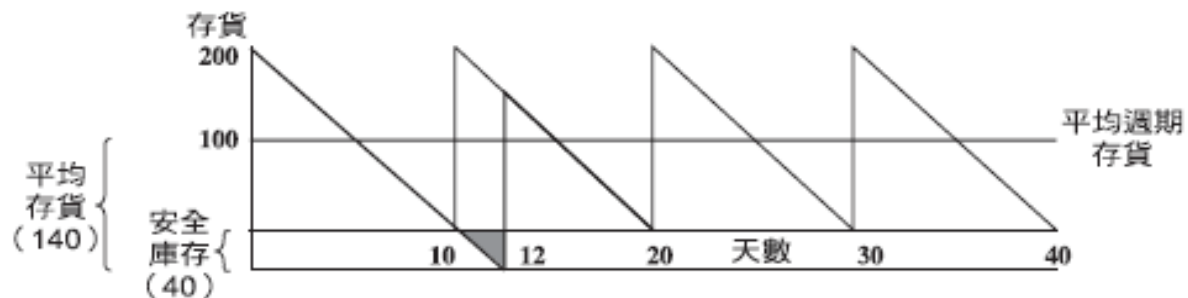
圖表5-11

不確定情況  
下的平均存  
貨投資

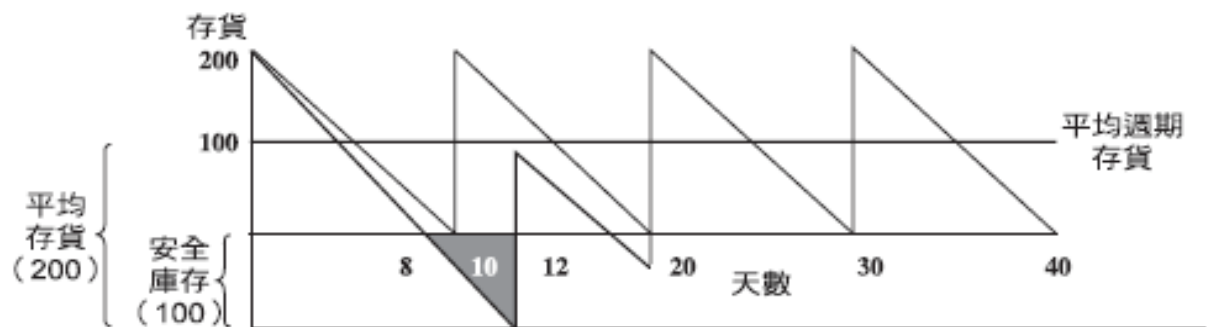
A. 需求變動



B. 前置時間變動



C. 需求與前置時間變動



# 存貨的類型

- 前置時間的變異性會增加安全庫存
- 需求與前置時間變動是事實
- 運輸延遲的問題也會造成前置時間的變動
- 需求及前置時間的變動會導致安全庫存或缺貨
- 投機性存貨（**speculative stock**）：因為季節性而非滿足目前的需求
- 季節性存貨（**seasonal stock**）：是一種投機性存貨的形式，因為這牽扯到季節未開始前的存貨且為了平順的生產人力及生產運作
- 呆滯存貨（**dead stock**）：在某段期間註明無需求的存貨



# 確定性情況下的存貨管理

- 外部訂購成本
  - 訂單傳遞成本
  - 收貨成本
  - 儲存的放置成本
  - 相關處理發票付款成本
- 公司訂購成本
  - 存貨轉移的轉移和處理成本
  - 在庫的處理成本或生產設置成本及未在庫的處理成本
  - 收貨成本
  - 相關的文件作業成本，只包含直接付現費用
- 經濟訂購量：能夠減少存貨持有總成本及訂購成本的方式是使用經濟訂購量（**economic order quantity, EOQ**）模式

# 確定性情況下的存貨管理

- 以下兩個問題和圖表5-10有關：
  - 是否應訂購200、400或600個，或其他數量？
  - 如果隔10、20、30天下單或其他天數，對存貨會有何影響？
- 成本的抵換作用需要決定最大經濟訂購量，如圖表5-12，藉由決定EOQ及年需求，能找出訂購頻率及大小，如此就能縮小這二個成本
  - EOQ方程式：

$$EOQ = \sqrt{\frac{2PD}{CV}}$$

# 確定性情況下的存貨管理

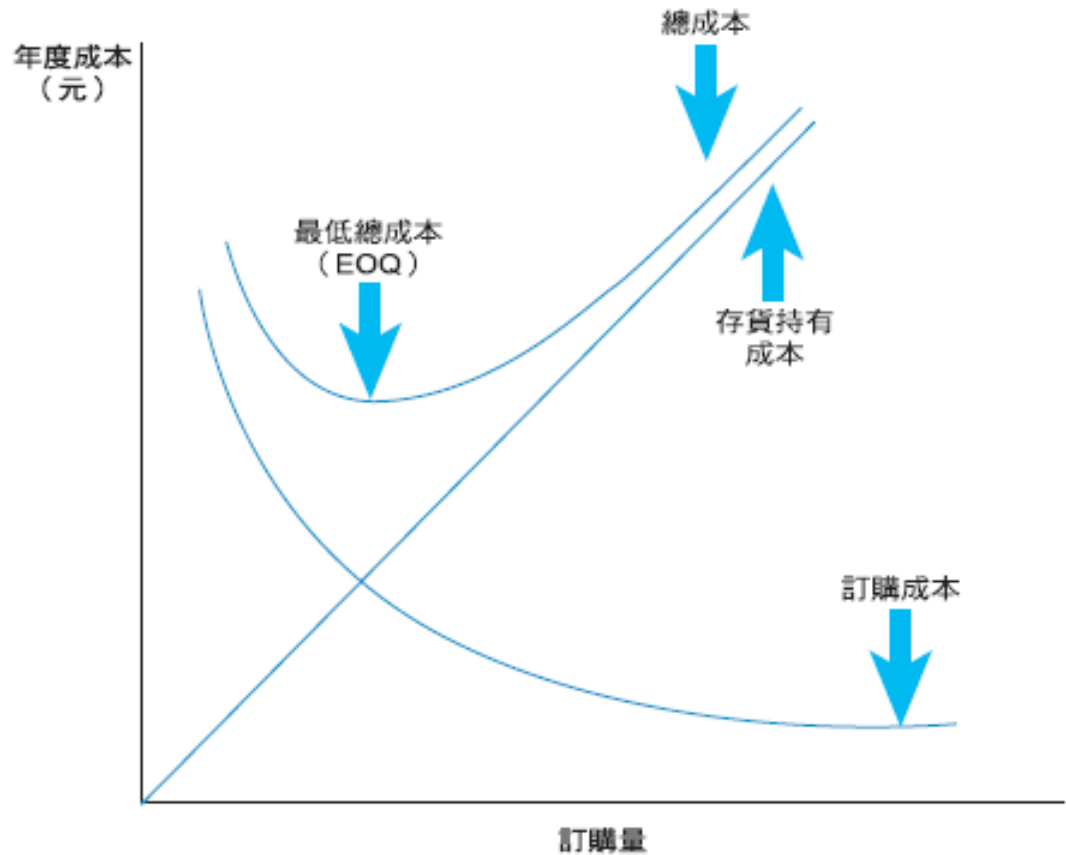
- 符號

- $P$  = 訂購成本（每張訂單成本）
- $D$  = 產品的年需求及使用量（單位數量）
- $C$  = 年度存貨持有成本（產品價值的百分比）
- $V$  = 存貨的平均成本或單位價值

# 確定性情況下的存貨管理

圖表 5-12

決定最大經濟  
訂購量的成本  
權衡



# 確定性情況下的存貨管理

- 圖表5-13包含EOQ的數學演算，這是第一個作業研究應用
- 如果使用EOQ方程式，將可決定最佳訂購方案如圖表5-10所示：
  - $V =$  每單位100美元
  - $C = 25\%$
  - $P = 40$ 美元
  - $D = 4,800$ 單位

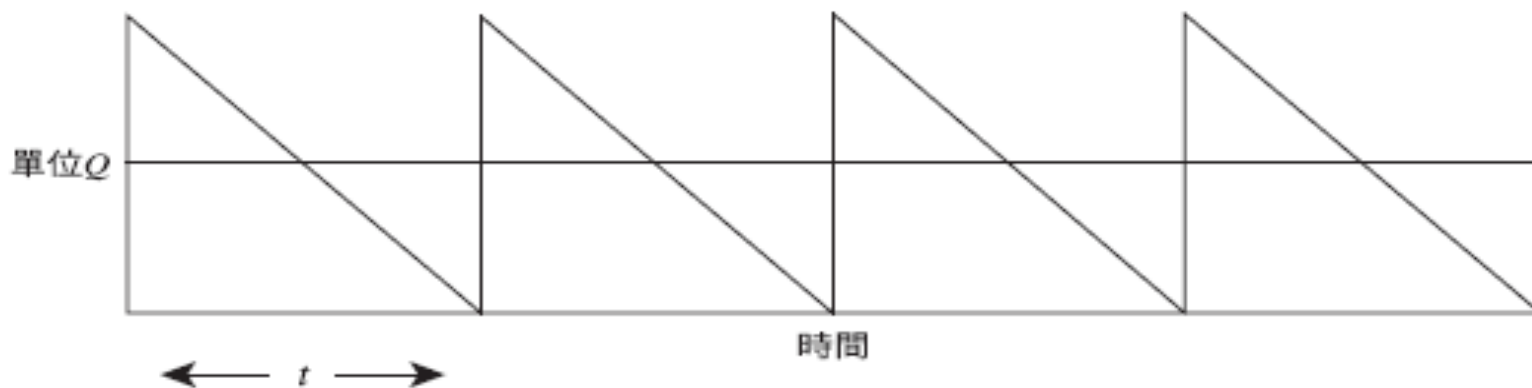
# 確定性情況下的存貨管理

圖表5-13

經濟訂購數量的數學推演

$$\text{年總成本} = \left[ \frac{Q \times V \times C}{2} \right] + \left[ \frac{P \times D}{Q} \right]$$

$Q$  = 訂購週期內的經濟訂購數量的平均數



# 確定性情況下的存貨管理

表 5-7 決定最大經濟訂購量的成本權衡

訂購數量	訂購次數 ( $D/Q$ )	訂購成本 ( $P \times (D/Q)$ )	存貨持有成本 ( $\frac{1}{2} \times Q \times C \times V$ )	總成本
40	120	\$4,800	\$ 500	\$5,300
60	80	3,200	750	3,950
80	60	2,400	1,000	3,400
100	48	1,920	1,250	3,170
120	40	1,600	1,500	3,100
140	35	1,400	1,750	3,150
160	30	1,200	2,000	3,200
200	24	960	2,500	3,460
300	16	640	3,750	4,390
400	12	480	5,000	5,480

# 確定性情況下的存貨管理

- 限制簡易EOQ模式的假設：
  - 連續、固定及已知的需求率
  - 固定及已知的補貨或前置時間
  - 訂購數量及時間與訂購價格無關
  - 訂購數量及時間與運輸成本無關
  - 滿足所有需求（不允許缺貨）
  - 無在途存貨
  - 只考慮單一品項的存貨
  - 規劃期間無限制
  - 資本使用無限制



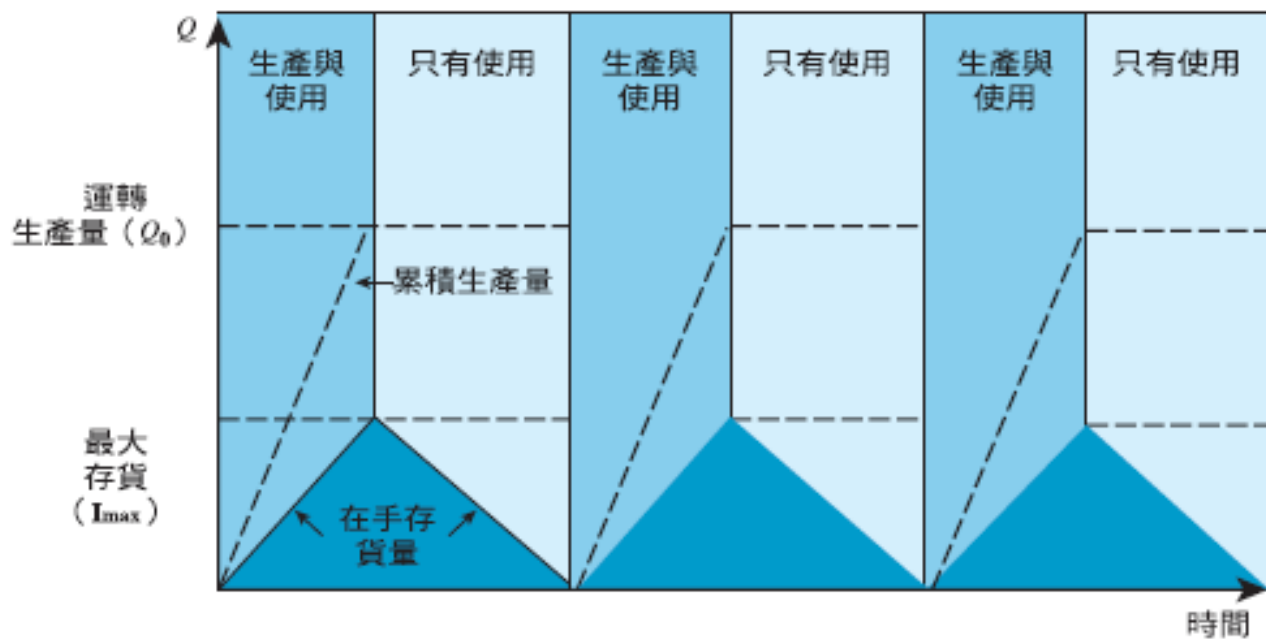
# 確定性情況下的存貨管理

- EOQ的修正：
  - 典型的補貨需要符合EOQ的模式，包含更改運輸量的費率及數量折扣
  - 最簡易的EOQ模式並未考慮這二項因素
  - 使用修正EOQ方程式，可在強森（Johnson）製造公司發現最佳訂購原則
- EOQ的增加及補貨：
  - 基本的EOQ模式是假設每一張訂單運送到單一地點（立即補貨）
  - 當公司本身是製造商及使用者，或當遞送延遲，補貨變成逾時，而非立即
  - 如果使用量及產量或運送率相等，則不用建立存貨，因為產出會立即使用

# 確定性情況下的存貨管理

圖表5-14

EOQ與增加補貨



資料來源：William J. Stephenson, *Production/Operations Management*, 6th ed. (Burr Ridge, IL: Irwin/McGraw-Hill, 1999), p. 573.

# 確定性情況下的存貨管理

- 總成本：

$$\begin{aligned}TC_{\min} &= \text{持有成本} + \text{設置成本} \\ &= \left(\frac{I_{\max}}{2}\right) CV + \left(\frac{D}{Q_0}\right) S\end{aligned}$$

- 週期時間：對於經濟生產規模的功能是生產批量及使用（需求）率

$$\text{週期時間} = \frac{Q_0}{u}$$

# 不確定性情況下的存貨管理

- 影響預測準確性因素：包含經濟狀況、競爭活動、政府法規改變、市場轉移及消費者購買模式的變化
- 配送中心可選擇備妥安全庫存，或承擔缺貨的可能銷售損失，必須要考慮到額外的成本權衡：存貨持有成本與缺貨成本
- 訂購點是首要決定因為將來滿足需求的補貨等待時間

# 不確定性情況下的存貨管理

- 不確定性情況下的存貨方式：固定訂購點（**fixed order point**）、固定訂購量模式（**fixed order quantity model**）
- 經濟訂購量是當需求迫使存貨水平到達再訂購點時才會發出訂單
- 固定訂購週期模式（**fixed order interval model**）對照於目前存貨、未來預測、固定和特定時間下訂單

# 計算安全庫存需求

- 安全庫存的總數需要滿足模擬系統或統計工具得出的需求
- 藉由蒐集近期銷售量及補貨週期統計案例即能完成安全庫存
- 只要能取得這些資料就可依下列方程式決定安全庫存：

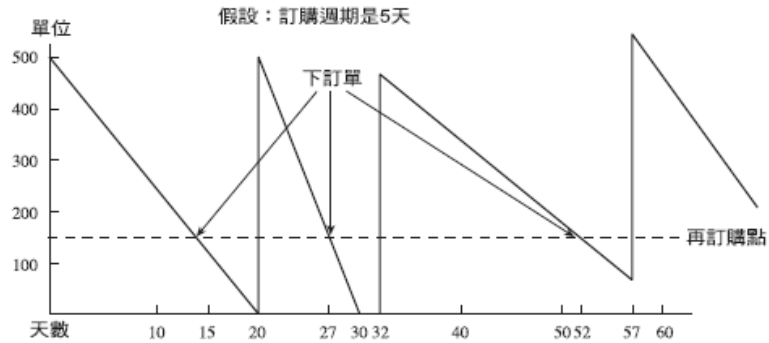
$$\sigma_c = \sqrt{\bar{R}(\sigma_s^2) + \bar{S}^2(\sigma_R^2)}$$

# 計算安全庫存需求

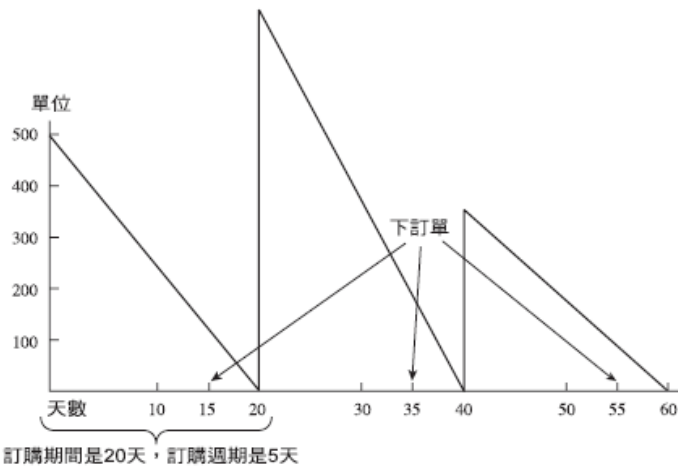
圖表 5-15

不確定性情況下  
的存貨管理

A. 固定訂購點、固定訂購量模式



B. 固定訂購週期模式



# 計算安全庫存需求

- 由這個案例，可以計算銷售量的標準差公式：

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n-1}}$$



# 計算安全庫存需求

表 5-9 市場區域 1 的銷售記錄

天數	銷售件數	天數	銷售件數
1	100	14	80
2	80	15	90
3	70	16	90
4	60	17	100
5	80	18	140
6	90	19	110
7	120	20	120
8	110	21	70
9	100	22	100
10	110	23	130
11	130	24	110
12	120	25	90
13	100		

表 5-10 銷售標準差的計算

每天銷售的 件數	頻率 ( $f$ )	離均差 ( $d$ )	離均差平方 ( $d^2$ )	頻率 * 離均 差平方( $fd^2$ )
60	1	-40	1,600	1,600
70	2	-30	900	1,800
80	3	-20	400	1,200
90	4	-10	100	400
100	5	0	0	0
110	4	+10	100	400
120	3	+20	400	1,200
130	2	+30	900	1,800
140	1	+40	1,600	1,600
$\bar{S} = 100$	$n = 25$			$\Sigma fd^2 = 10,000$

# 計算安全庫存需求

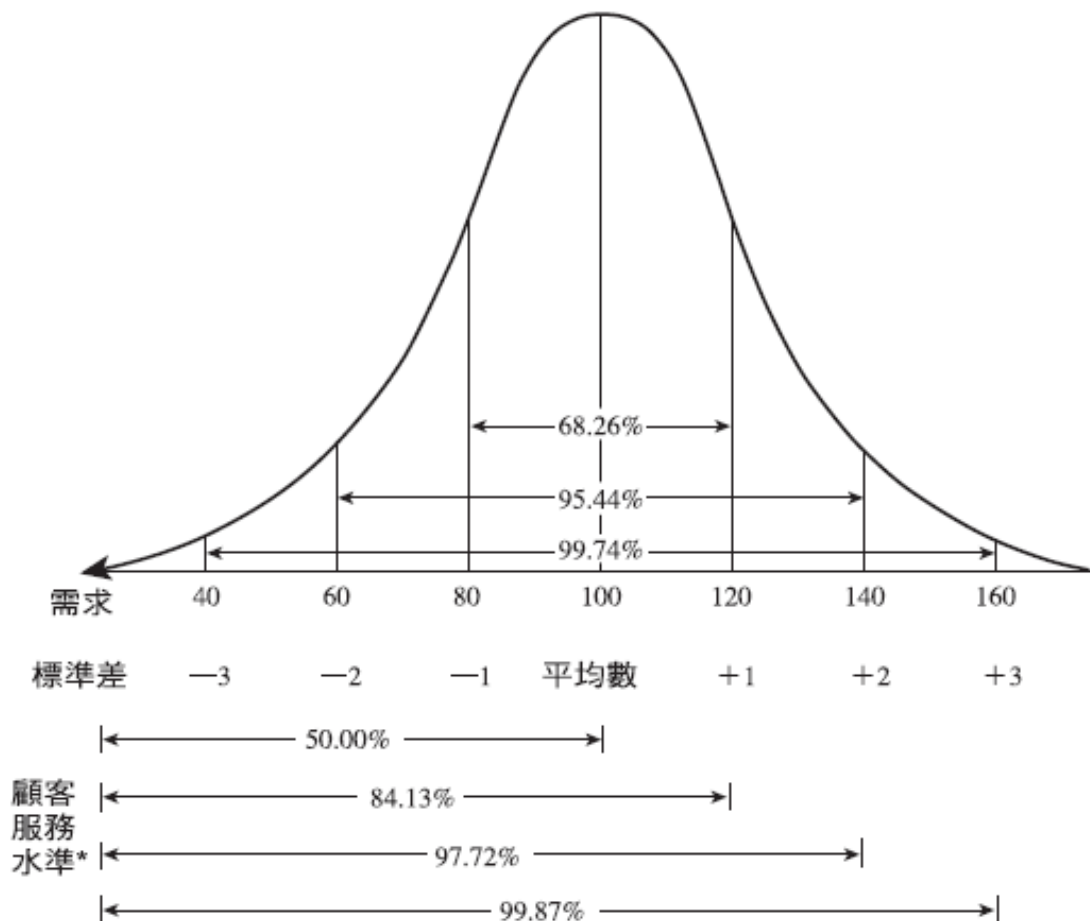
- 相同的程序也能用於補貨週期的平均數及標準差
- 表5-11顯示的是補貨週期的分析結果
- 補貨週期的標準差：

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n-1}}$$

# 計算安全庫存需求

圖表 5-16

常態分配的區域  
關係



\*依據訂購週期百分比算出，排除出貨的情況，可能會在補貨週期會發出缺貨。

# 計算安全庫存需求

表5-11 補貨週期標準差的計算

前置時間 天數	頻率 ( $f$ )	離均差 ( $d$ )	離均差平方 ( $d^2$ )	頻率離均差 平方( $fd^2$ )
7	1	-3	9	9
8	2	-2	4	8
9	3	-1	1	3
10	4	0	0	0
11	3	+1	1	3
12	2	+2	4	8
13	1	+3	9	9
$\bar{R} = 10$	$n = 16$			$\Sigma fd^2 = 40$

# 計算安全庫存需求

- 整合的安全庫存要能涵蓋需求及前置時間的變異性，可使用下列的公式：

$$\sigma_c = \sqrt{\bar{R}(\sigma_s)^2 + \bar{S}^2(\sigma_R)^2}$$

- 表5-12顯示可選擇的顧客服務水準及安全庫存需求
- 為了要在不同顧客服務水準建立平均存貨，首要決定 **EOQ**

# 達成率的計算

- 達成率（**fill rate**）：代表的是缺貨的程度
- 計算達成率的公式如下：

$$FR = 1 - \frac{\sigma_c}{EOQ} [I(K)]$$

- FR = 達成率
- $\sigma_c$  = 整合安全庫存需要考慮前置時間及需求的變異數
- EOQ = 訂購量 = 1,000（本例）
- $I(K)$  = 服務功能的程度因子（如表5-14），以想要的標準差為基礎

表 5-14 存貨安全庫存因子

$\sigma$ { 安全 因子 K	安全庫存 單尾 $\sigma$	可能缺貨率 F(K)	服務功能 (重大因子) 部分期望值(K)
0.00	0.5000	0.5000	0.3989
0.10	0.5394	0.4606	0.3509
0.20	0.5785	0.4215	0.3067
0.30	0.6168	0.3832	0.2664
0.40	0.6542	0.3458	0.2299
0.50	0.6901	0.3099	0.1971
0.60	0.7244	0.2756	0.1679
0.70	0.7569	0.2431	0.1421
0.80	0.7872	0.2128	0.1194
0.90	0.8152	0.1848	0.0998
1.00	0.8409	0.1591	0.0829
1.10	0.8641	0.1359	0.0684
1.20	0.8849	0.1151	0.0561
1.30	0.9033	0.0967	0.0457
1.40	0.9194	0.0806	0.0369
1.50	0.9334	0.0666	0.0297
1.60	0.9454	0.0546	0.0236
1.70	0.9556	0.0444	0.0186
1.80	0.9642	0.0358	0.0145
1.90	0.9714	0.0286	0.0113
2.00	0.9773	0.0227	0.0086
2.10	0.9822	0.0178	0.0065
2.20	0.9861	0.0139	0.0049
2.30	0.9893	0.0107	0.0036
2.40	0.9918	0.0082	0.0027
2.50	0.9938	0.0062	0.0019
2.60	0.9953	0.0047	0.0014
2.70	0.9965	0.0035	0.0010
2.80	0.9974	0.0026	0.0007
2.90	0.9981	0.0019	0.0005
3.00	0.9984	0.0014	0.0004
3.10	0.9990	0.0010	0.0003
3.20	0.9993	0.0007	0.0002
3.30	0.9995	0.0005	0.0001
3.40	0.9997	0.0003	0.0001
3.50	0.9998	0.0002	0.0001
3.60	0.9998	0.0002	
3.70	0.9999	0.0001	
3.80	0.9999	0.0001	
3.90	0.9999	0.0001	
4.00	0.9999	0.0001	

# 達成率 的計算

# 訂購數量：固定訂購週期模式

- 固定週期訂購：於固定週期下訂單
- 使用固定訂購週期模式的理由：
  - 相同供應商對於相同品項的所有訂單可節省運費的成本
  - 供應商無法立即的了解存貨水準
- 固定數量模式的訂單是以數量為主（**ROP**），而固定週期模式的訂單是以時間為主



# 訂購數量：固定訂購週期模式

$$= \bar{S} (OI + \bar{R}) + z\sigma_s \sqrt{OI + \bar{R}} - A$$

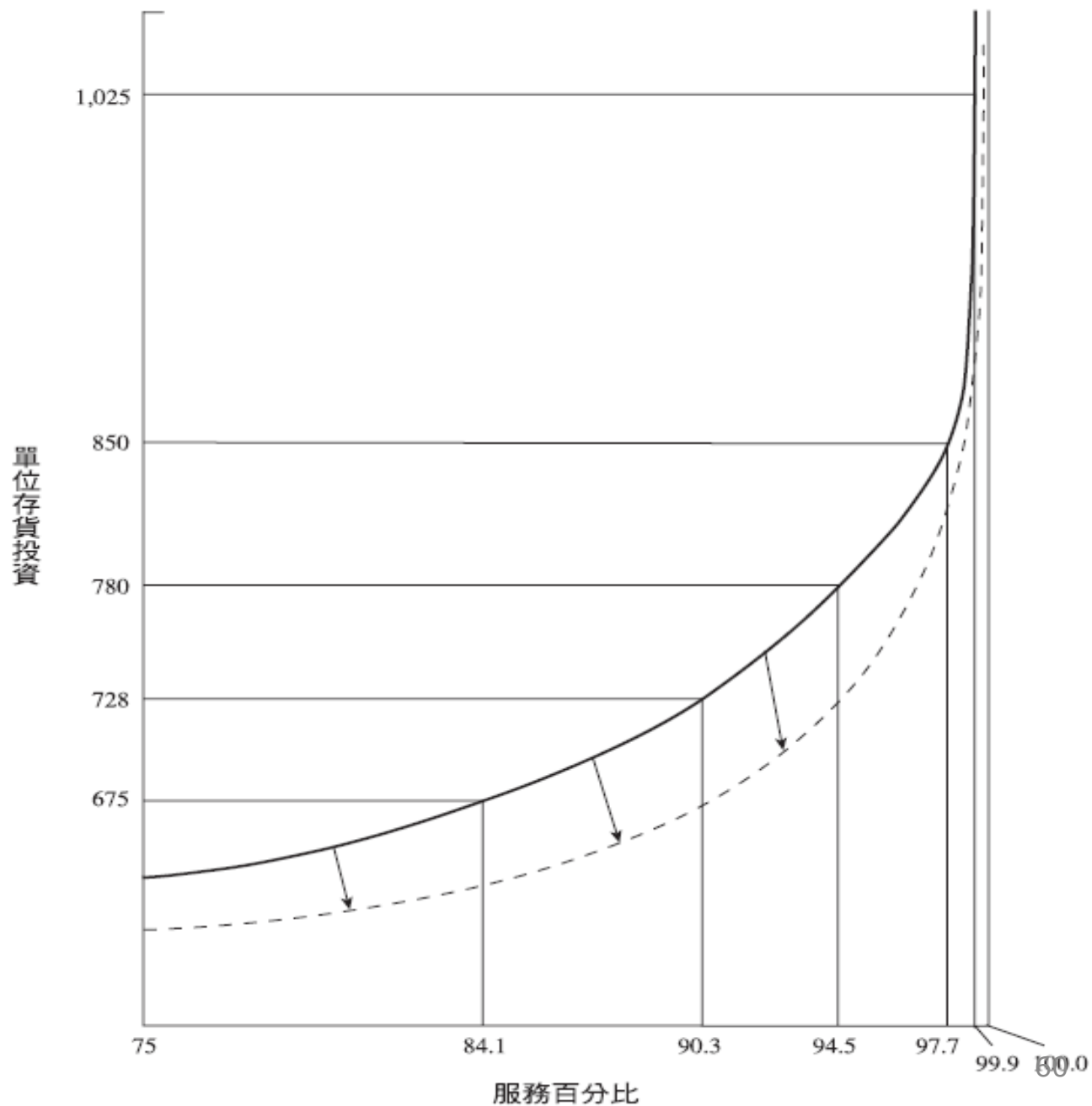
# 訂購數量：固定訂購週期模式

- 固定週期模式的訂購數量需經過下列的計算：
  - 訂購數量 = 安全期間的預期需求 + 安全庫存 - 再訂購時的數量
$$= \bar{S}(\text{OI} + \bar{R}) + z\sigma_r \sqrt{\text{OI} + \bar{R}} - A$$
- 優勢：有二項以上的產品由相同的供應商提供，相同的訂單能節省訂購、包裝及運輸成本
- 劣勢：需要備有大數量的安全庫存以防缺貨危機，但這就增加了存貨持有成本

# 存貨與顧客服務

- 當服務水準建立了，安全服務水準就會影響管理的評價
- 管理的因子應包含顧客關係及企業持續生產的能力
- 顧客服務水準程度的改善不應只有增加存貨，且需要建立正確的存貨持有成本
- 改善這個問題是對運輸成本取代存貨持有成本，就是藉由優惠的運輸提升顧客服務
- 圖表5-17清楚地說明顧客服務水準及存貨投資的關係

# 存貨與顧客服務



# 計算安全庫存需求

表5-12 服務水準及安全庫存摘要

服務水準	需求的標準 差數( $\sigma_c$ )	安全庫存需求 (箱)
84.1%	1.0	175
90.3	1.3	228
94.5	1.6	280
97.7	2.0	350
98.9	2.3	403
99.5	2.6	455
99.9	3.0	525

# 5.7 不良存貨管理的徵狀

- 不良存貨管理的徵兆：
  - 缺貨候補數量增加
  - 已增加對存貨的金錢投資，但缺貨候補仍未改善
  - 顧客流失率居高不下
  - 被取消的訂單數增加
  - 長期儲存空間不足
  - 在配送中心和主要存貨品項的存貨周轉率大幅變化
  - 與中間商關係惡化，例如，取消訂單或減少訂單
  - 大數量的報廢品

# 5.7 不良存貨管理的徵狀

- 降低存貨水準的方法：
  - 多層次存貨規劃，例如使用ABC分析法
  - 前置時間分析
  - 送達時間分析，可能造成更換運輸業者，或和現行的運輸業者進行協商
  - 淘汰低周轉率或報廢的品項
  - 包裝尺寸及折扣分析
  - 檢視退貨程序
  - 建議自動使用替代品
  - 安裝再訂購檢查系統
  - 存貨單位（stock-keeping unit）達成率量測
  - 客戶需求特性的分析
  - 以確定的方式建立正式銷售計畫及資源需求

## 5.8 改善存貨管理

- 改善存貨管理的工具
  - ABC分析法、預測、企業資源規劃系統（ERP），及先進訂單處理系統
- ABC分析法
  - 在18世紀，一位研究財務分配的義大利學者，發現80%的財富是控制在20%的人員手上，漸漸地，這種「關鍵的少數（vital few）和次要的多數（trivial many）」的理論，被廣為應用在社會學和經濟學中，並被稱之為柏拉圖原則（Pareto Principle）