

第四章 模式應用

4.1 模擬設定

一. 需求產生：

在針對各種供應鏈策略進行模式化後，即可利用供應鏈策略之模式進行模擬，並開始分析各關鍵變數影響的狀況與大小，根據上一章模式建構的流程圖可知，必須先產生出需求資料，才可以進行需求預測與制定存貨策略，最後決定訂購量，而需求產生的方式，於模擬分析時係採取隨機的方式產生需求資料，在個案分析時則使用個案的實際需求資料，進行不同供應鏈策略模式情境下的模擬結果分析比較。

二. 需求預測：

需求預測方面，於統計學上有許多預求預測的方法，如移動平均法、指數平滑法，多元迴歸等，依據Chen et al.(2000) 對各時間序列的預測方法研究結果顯示，移動平均法乃是時間序列預測方法中，最為簡單與容易應用，比之其他的時間序列的預測方法有更好的效果。

三. 服務水準：

因需求預測方法並無法完全準確預測未來實際的需求，因此會多準備一定數量因應實際需求大於預測值的部份，在存貨理論中，以最常使用的常態機率分配，所設定的顯著水準，對應在存貨理論中即是缺貨率，服務水準最常採用的指標即是缺貨率，通常在大部份的案例中，所設定的顯著水準為0.05，對應之標準值為1.96，在本次研究的供應鏈策略模擬中，在需求預測上需設定之安全存量將設定為1.96倍標準差，為一般最常使用的安全存量設定值。

四. 誤差控制：

模擬時，每次產生的需求資料均不相同，雖然需求資料的產生是由相同的隨機函數所產生，但每一次需求資料的特性仍有些許的不同，本研究主要針對供應鏈長鞭效應作研究分析，因此為避免模擬結果誤差過大以至於影響至分析結果與結論，將對需求產生的資料做誤差控制，主要針對需求產生資料的標準差作誤差控制，公式如下：

$$e = z_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(4-1)$$

e ：誤差界限

z_{α} ：於 α 顯著水準下的常態標準值

σ ：母體標準差

n ：樣本數

經由統計學計算，可以計算出所需模擬的次數，本研究將對需求產生的資料標準差，將誤差控制為一，顯著水準則設定為0.05，即可查表計算所需的樣本數。

計算結果，所對應的標準值為1.96在誤差控制為一時，母體標準差部份為1.543，因此所需之最小樣本數如下：

$$n = (1.96 * 1 * 1.543)^2$$

$$= 9.15$$

計算出所需的最小樣本數為9.15，因此在模擬時，將會模擬十次，再將結果平均，作為最後分析的數據。

五. 控制變數：

每個供應鏈策略有不同的關鍵因素影響長鞭效應，於供應鏈策略建構時，就可以發現每一個供應鏈模式均不相同，變數也有所不同，因此模擬時，每個供應鏈策略的控制變數也不盡相同，整理如表4-1。

表4.1 各供應鏈策略控制變數表

| 供應鏈策略 | 控制變數 |
|------------------|-----------------------|
| 簡單二階供應鏈 | 前置時間 移動平均法預測時所設定期數 |
| JIT供應鏈策略 | 需求中可預知需求的比例 |
| CRP供應鏈策略 | 存貨上限值 |
| CRP供應鏈策略(設有安全存量) | 安全存量設定值 |

在簡單二階供應鏈模式的模擬中以前置時間、移動平均法預測時所設定期數作為控制變數，在JIT供應鏈模式則是以需求中可預知需求的比例作為控制變數，在CRP供應鏈策略的模式模擬中則是以存貨上限值作為控制變數，而CRP供應鏈策略的另一模式，則是以安全存量作為控制變數。

對各供應鏈策略於長鞭效應影響研究的模擬中，控制變數的選擇是針對各供應鏈策略的特性而決定，各策略比較則以長鞭效應值、缺貨率與平均庫存作為主要的評估指標，據以分析比較不同供應鏈策略的影響。

長鞭效應值的計算是以需求產生的標準差作為分母，向上游訂購量的標準差為分子，此值所代表的意義，即是當此值大於一時，表示有長鞭效應產生，此值越大代表長鞭效應越大，若此值小於一，則代表有效控制長鞭效應。

$$\frac{\sqrt{\text{Var}(q_t)}}{\sqrt{\text{Var}(D_t)}} \dots\dots\dots(4-2)$$

$\text{Var}(D_t)$ ：需求產生之變異數

$\text{Var}(q_t)$ ：訂購量的變異數

平均庫存與缺貨率主要是輔助了解供應鏈策略的影響和特性，計算公式如公式4-3和公式4-4

$$\text{平均庫存為 } \frac{\sum I_t}{n} \dots\dots\dots(4-3)$$

I_t ：第t期的存貨

n ：期數

缺貨率為 $\frac{\sum OOS_t}{\sum D_t}$ (4-4)

若 $I_{t-1} + DI_t - OOS_{t-1} > 0$

則 $OOS_t = \max(0, 0 - (I_{t-1} + DI_t - OOS_{t-1} - D_t))$

若 $I_{t-1} + DI_t - OOS_{t-1} < 0$ 則 D_t

OOS_t (out of stock) : 第t期缺貨量

DI_t (delivery inventory) : 第t期送達的存貨



4.2 簡單二階供應鏈長鞭效應分析

一. 前置時間對長鞭效應影響

在表4.2中，分別為前置時間於一到五的情況下，在簡單二階供應鏈模式下模擬的統計結果，最終需求標準差方面，由隨機產生的資料當成需求產生，進而計算出最終需求標準差，由於為同一隨機函數所產生的隨機資料，因此在最終需求標準差方面，在各前置時間下，均沒有太大的差異，約為二十八至二十九。

在上游需求標準差方面，即是為訂購量的標準差，在前置時間為一時，訂購量的標準差為41.84，但在前置時間為二時，訂購量標準差隨即成長了兩倍，為82.2，隨前置時間增加，至前置時間為五時，訂購量標準差已為210.8，約為前置時間為一時的五倍。

利用最終需求標準差與上游需求標準差計算出長鞭效應值，在前置時間為一時，長鞭效應值為1.45，表示當前置時間為一時即已有長鞭效應的產生，隨著前置時間增加，長鞭效應值也不斷增加，至前置時間為五時，長鞭效應值已為7.26，代表前置時間為五時，上游廠商所面對的需求標準差已是最終需求標準差的七倍多。

表4.2 二階供應鏈長鞭效應統計表

| 前置時間 | 最終需求標準差 | 上游需求標準差 | 長鞭效應值 |
|------|---------|---------|-------|
| 1 | 28.94 | 41.84 | 1.45 |
| 2 | 28.65 | 82.20 | 2.87 |
| 3 | 28.87 | 131.96 | 4.57 |
| 4 | 28.96 | 186.39 | 6.44 |
| 5 | 29.04 | 210.80 | 7.26 |

在圖4-1為簡單二階供應鏈模式下，前置時間與長鞭效應時的關係圖，此圖即可明顯看出在簡單二階供應鏈的模式上，前置時間的增加對長鞭效應為有正面的幫助，而且長鞭效應增加的幅度非常驚人，以前置時間為一和前置時間為五比較，前置時間為五的長鞭效應約為前置時間為一時的五倍。

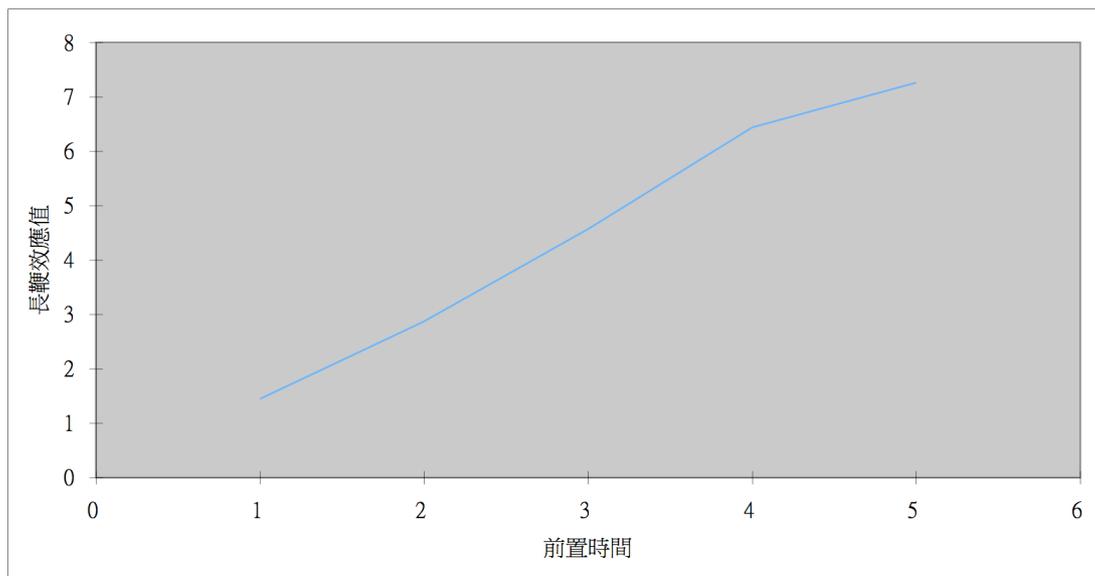


圖4-1 二階供應鏈長鞭效應與前置時間關係圖

表4.3為對簡單二階供應鏈模式中的庫存部份作統計的數據分析，主要針對各前置時間下總庫存與平均庫存作統計，在總庫存方面，前置時間為一時，總庫存為5992，前置時間為二時為16619，前置時間為三時為29090，前置時間為四時為44298，前置時間為五時為52734，隨著前置時間增加，簡單二階供應鏈模式的總庫存是呈現增加的趨勢，有正向關係。

在平均庫存方面，為總庫存除上期數，前置時間為一時，平均庫存為62.42，前置時間為二時為173.12，前置時間為三時為303.03，前置時間為四時為461.45，前置時間為五時為549.32，可以得知前置時間越長時，平均庫存的水準則會增加，前置時間為五時的庫存水準約為前置時間為一時的九倍。

表4.3 二階供應鏈庫存統計表

| 前置時間 | 總庫存 | 平均庫存 |
|------|-------|--------|
| 1 | 5992 | 62.42 |
| 2 | 16619 | 173.12 |
| 3 | 29090 | 303.03 |
| 4 | 44298 | 461.45 |
| 5 | 52734 | 549.32 |

圖4-2為簡單二階供應鏈模式下，平均庫存與前置時間之間的關係圖，由圖中可以看出，前置時間與平均庫存間有正向關係，前置時間的增加會影響到平均庫存的增加，前置時間的增加會導致必須有更多的安全存量和一次訂購較大的數量，也因此庫存量也快速增加，造成庫存壓力。

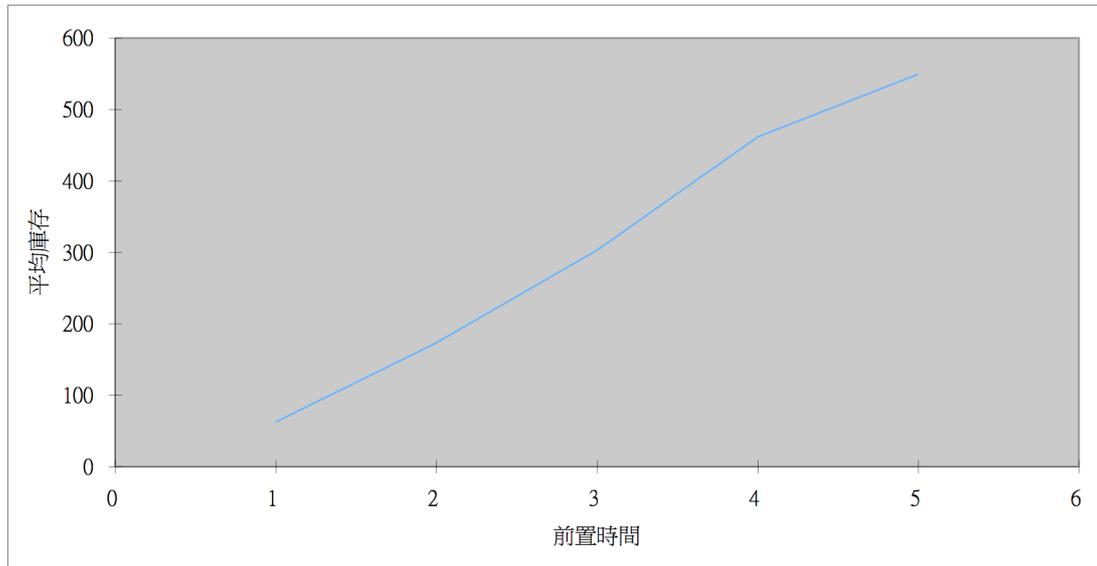


圖4-2 二階供應鏈平均庫存與前置時間關係圖

表4.4為簡單二階供應鏈缺貨率的統計資料，在實際總需求量方面，各前置時間下的結果均相差不多，而總缺貨量方面，在前置時間為一時為418，前置時間為二時缺貨量為108，前置時間為三時缺貨量為34，前置時間為四時缺貨量為75，前置時間為五時缺貨量為50，總合來說，前置時間越長時，所準備的安全存量越多，因此缺貨率降低，此為存貨策略上設定所影響的結果。

表4.4 二階供應鏈缺貨率統計表

| 前置時間 | 實際總需求量 | 總缺貨量 | 缺貨率 |
|------|--------|------|-------|
| 1 | 4789 | 418 | 8.73% |
| 2 | 4687 | 108 | 2.32% |
| 3 | 4759 | 34 | 0.72% |
| 4 | 4852 | 75 | 1.55% |
| 5 | 4821 | 50 | 1.04% |

圖4-3為簡單二階供應鏈模式下，缺貨率與前置時間之間的關係圖，由圖中可以看出，前置時間與缺貨率有負向關係，前置時間的增加會影響到缺貨率的降低，前置時間的增加會導致必須有更多的安全存量，也因此庫存量也快速增加，庫存量增加使得缺貨率下降，至前置時間為三以上時，缺貨率則大致維持在一個固定的水準。

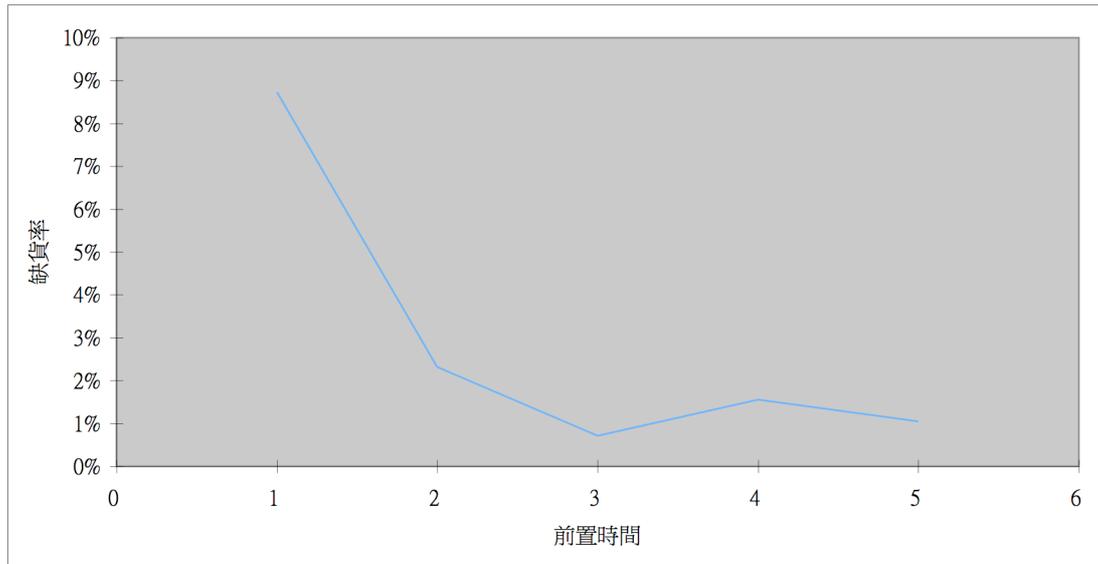


圖4-3 二階供應鏈缺貨率與前置時間關係圖

二. 預測需求期數對長鞭效應影響

在表4.5中，分別為預測需求時所使用需求預測期數於二到六的情況下，在簡單二階供應鏈模式下模擬的統計結果，最終需求標準差方面，由隨機產生的資料當成需求產生，進而計算出最終需求標準差，由於為同一隨機函數所產生的隨機資料，因此在最終需求標準差方面，在各前置時間下，均沒有太大的差異，約為二十八至二十九。

在上游需求標準差方面，即是為訂購量的標準差，在預測期數為二時，訂購量的標準差為143.91，但預測期數為六時，訂購量標準差為120.24，顯示使用越多期數的需求資料，上游需求標準差將會越來越低。

利用最終需求標準差與上游需求標準差計算出長鞭效應值，在預測期數為二時，長鞭效應值為5.03，即有相當程度的長鞭效應的產生，隨著預測期數增加，長鞭效應值將慢慢降低，至預測期數為六時，長鞭效應值已為4.18，約可降低預測期數為二時的長鞭效應約百分之二十。

表4.5 二階供應鏈預測期數對長鞭效應影響統計表

| 預測期數 | 最終需求標準差 | 上游需求標準差 | 長鞭效應值 |
|------|---------|---------|-------|
| 2 | 28.61 | 143.91 | 5.03 |
| 3 | 28.68 | 147.89 | 5.16 |
| 4 | 29.14 | 131.96 | 4.53 |
| 5 | 28.30 | 127.91 | 4.52 |
| 6 | 28.73 | 120.24 | 4.18 |

在圖4-4為簡單二階供應鏈模式下，預測期數與長鞭效應時的關係圖，此圖即可明顯看出在簡單二階供應鏈的模式上，預測期數的增加對長鞭效應為有非正向關係，長鞭效應在使用越多期數的需求資料進行需求預測時，長鞭效應將會降低。

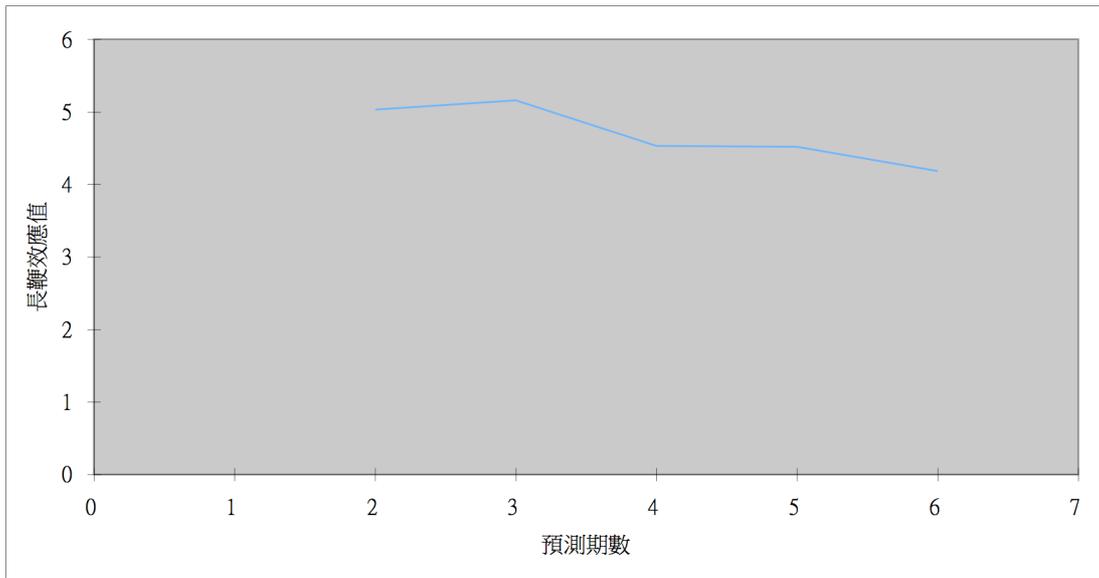


圖4-4 二階供應鏈長鞭效應與預測期數關係圖

表4.6為對簡單二階供應鏈模式中的庫存部份作統計的數據分析，主要針對各前置時間下總庫存與平均庫存作統計，在總庫存方面，預測期數為二時，總庫存為28652，預測期數為三時為31668，預測期數為四時為29006，預測期數為五時為30457，預測期數為六時為31956，隨著預測期數增加，簡單二階供應鏈模式的總庫存是呈現無明顯上升或下降的趨勢。

在平均庫存方面，為總庫存除上期數，預測期數為二時，總庫存為298.46，預測期數為三時為329.82，預測期數為四時為302.15，預測期數為五時為317.27，預測期數為六時為332.88，可以得知預測期數的增加與平均庫存無明顯關係。

表4.6 二階供應鏈預測期數對庫存影響統計表

| 預測期數 | 總庫存 | 平均庫存 |
|------|-------|--------|
| 2 | 28652 | 298.46 |
| 3 | 31662 | 329.82 |
| 4 | 29006 | 302.15 |
| 5 | 30457 | 317.27 |
| 6 | 31956 | 332.88 |

圖4-5為簡單二階供應鏈模式下，平均庫存與預測期數之間的關係圖，由圖中可以看出，前置時間與平均庫存間有正向關係，前置時間的增加會影響到平均庫存的增加，前置時間的增加會導致必須有更多的安全存量和一次訂購較大的數量，也因此庫存量也快速增加，造成庫存壓力。

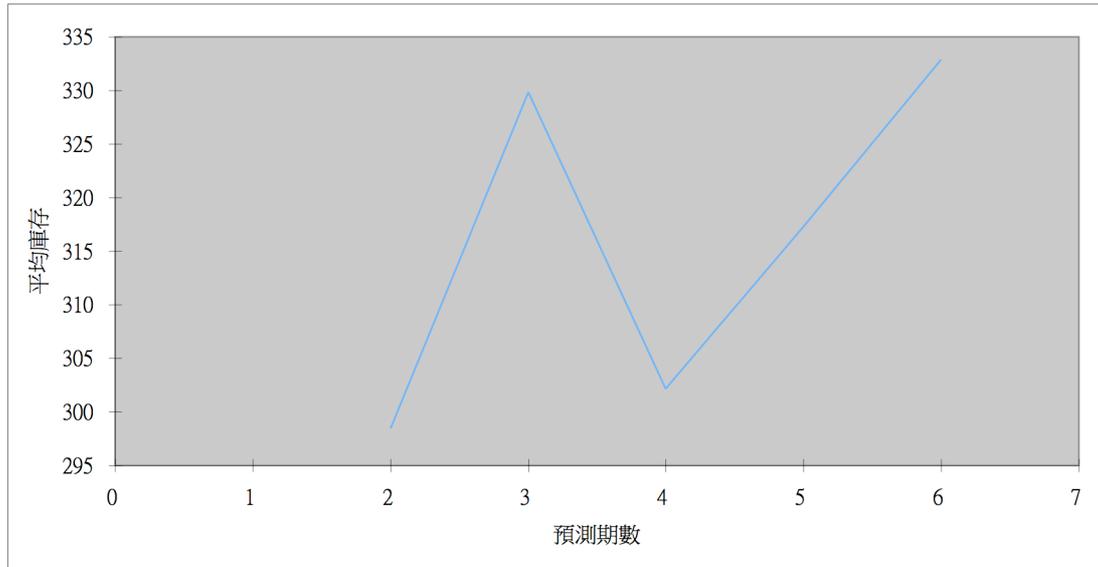


圖4-5 二階供應鏈平均庫存與預測期數關係圖

表4.7為簡單二階供應鏈缺貨率的統計資料，在實際總需求量方面，各預測期數下的結果均相差不多，而總缺貨量方面，在預測期數為二時為79，預測期數為三時缺貨量為76，預測期數為四時缺貨量為47，預測期數為五時缺貨量為57，預測期數為六時缺貨量為56，總合來說，使用越多期的需求資料預測時，整體上缺貨量呈現下降。

表4.7 二階供應鏈預測期數對缺貨率影響統計表

| 預測期數 | 實際總需求量 | 總缺貨量 | 缺貨率 |
|------|--------|------|-------|
| 2 | 4761 | 79 | 1.67% |
| 3 | 4789 | 76 | 1.59% |
| 4 | 4664 | 47 | 1.02% |
| 5 | 4768 | 57 | 1.20% |
| 6 | 4777 | 56 | 1.19% |

圖4-6為簡單二階供應鏈模式下，缺貨率與預測期數之間的關係圖，由圖中可以看出，預測期數與缺貨率有負向關係，預測期數增加會影響到缺貨率的降低，所使用越多期數的需求資料進行預測，所預測結果將會越平穩，僅會在需求突然變動很大時才會導致缺貨，因此在所使用越多的預測期數時，缺貨率也將降低。

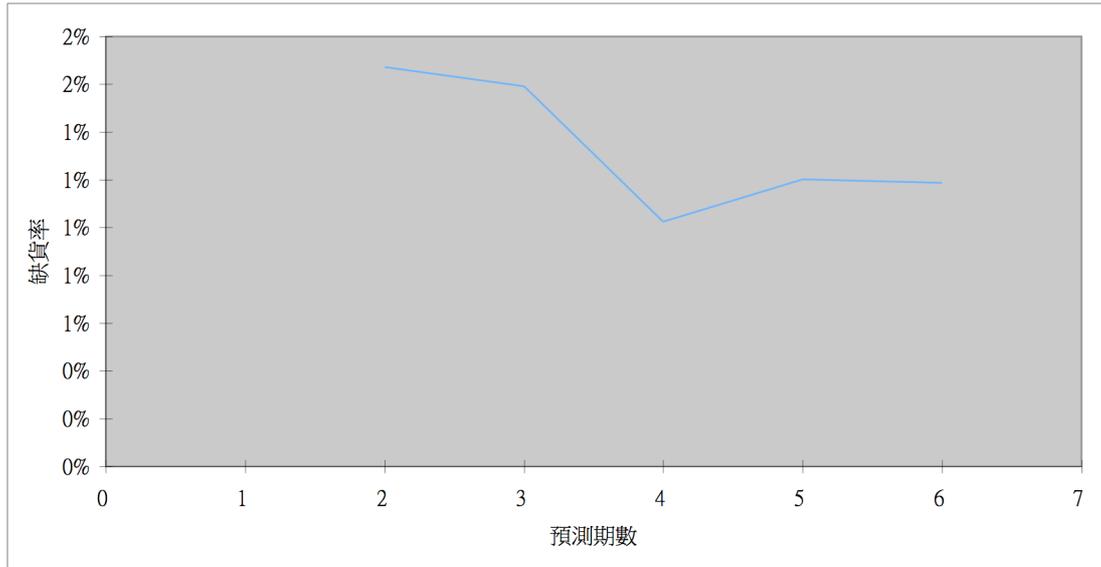


圖4-6 二階供應鏈缺貨率與預測期數關係圖

4.3 即時生產供應鏈長鞭效應分析

一. 長鞭效應影響

在表4.8中，分別為訂單需求比例於百分之九十至百分之五十的情況下，在JIT供應鏈模式下模擬的統計結果，最終需求標準差方面，由隨機產生的資料當成需求產生，其中需求產生分為訂單需求與一般需求，加總計算出最終需求標準差，由於為同一隨機函數所產生的隨機資料，因此在加總需求標準差方面，在各訂單需求比例下，均沒有太大的差異，約為二十八至二十九。

在上游需求標準差方面，即是為訂購量的標準差，在訂單需求比例為百分之九十時，訂購量的標準差為26.89，但在訂單需求比例為百分之八十時，訂購量標準差並非增加趨勢，為24.61，在訂單需求比例為百分之七十時，訂購量之標準差為24.01，在訂單需求比例為百分之六十時，訂購量之標準差為23.81，在訂單需求比例為百分之五十時，訂購量之標準差為25.97，以訂單需求比例為百分六十時為最低。

利用最終需求標準差與上游需求標準差計算出長鞭效應值，在訂單需求比例為百分之九十時，長鞭效應值為0.93，在訂單需求比例為百分之八十時，長鞭效應值為0.85，在訂單需求比例為百分之七十時，長鞭效應值為0.82，在訂單需求比例為百分之六十時，長鞭效應值為0.82，在訂單需求比例為百分之五十時，長鞭效應值為0.89，其中以訂單需求比例為百分之六十時，長鞭效應為最低。

表4.8 JIT策略需求標準差統計表

| 訂單比例 | 訂單需求變異 | 一般需求變異 | 總變異 | 上游需求變異 | 長鞭效應 |
|------|--------|--------|-------|--------|------|
| 90% | 26.19 | 2.84 | 29.03 | 26.89 | 0.93 |
| 80% | 23.07 | 5.75 | 28.82 | 24.61 | 0.85 |
| 70% | 20.43 | 8.80 | 29.23 | 24.01 | 0.82 |
| 60% | 17.41 | 11.68 | 29.09 | 23.81 | 0.83 |
| 50% | 14.66 | 14.29 | 28.95 | 25.79 | 0.89 |

在圖4-7為JIT供應鏈模式下，訂單需求比例與長鞭效應時的關係圖，此圖即可明顯看出在JIT供應鏈的模式上，訂單需求佔需求比例增加對長鞭效應並非有絕對正向關係，在訂單需求比例佔百分之六十時長鞭效應控制最好，訂單需求比例超過百分之六十，長鞭效應反而會緩慢增加，但此策略可將長鞭效應控制在一以下，有一定部份的非訂單需求，因而產生的一定數量的安全存量可降低長鞭效應。

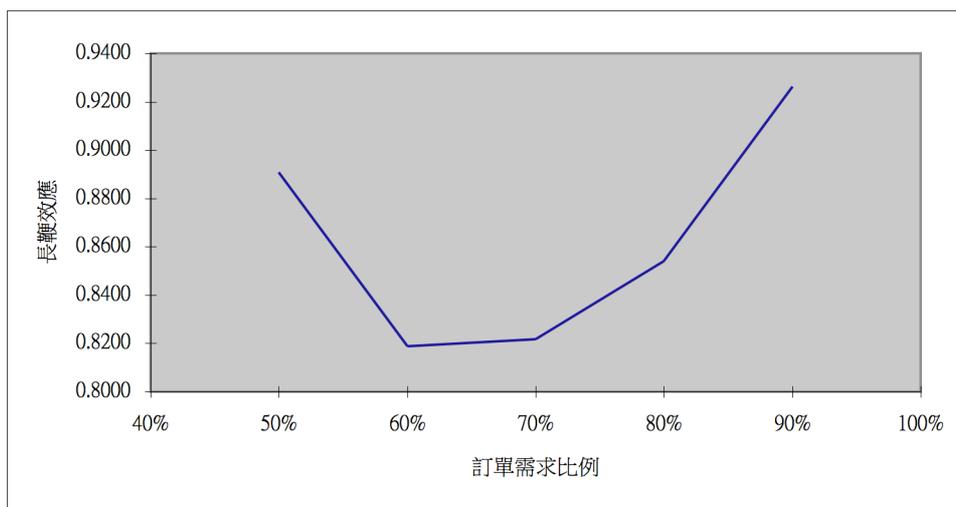


圖4-7 JIT策略長鞭效應與前置時間關係圖

圖4-8為JIT供應鏈策略與訂單需求與總需求標準差的示意圖，圖中顯示，當訂單需求比例越大時，上游廠商所面對的需求標準差將會與訂單需求的標準差越接近。

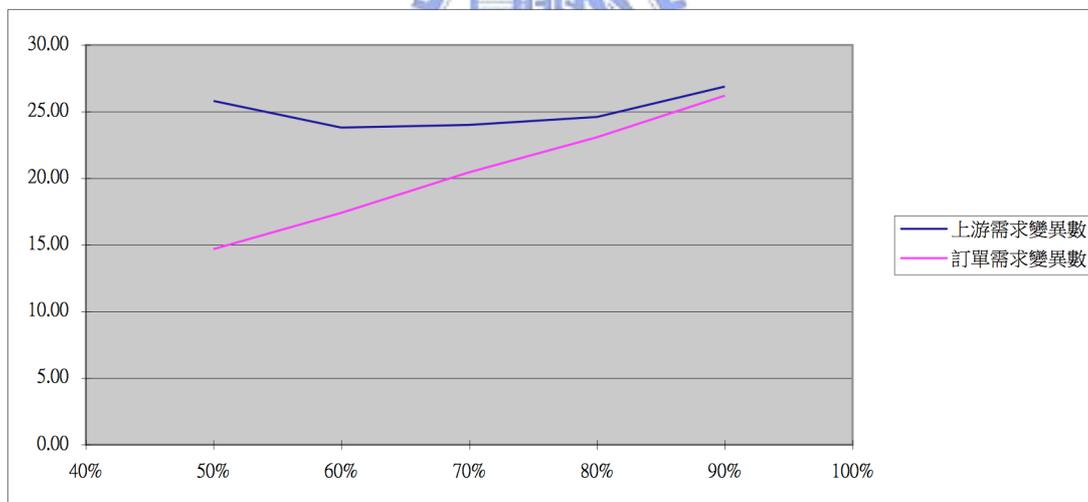


圖4-8 JIT策略預購需求與總需求標準差關係圖

二. 庫存分析

表4.8為對JIT供應鏈模式中的庫存部份作統計的數據分析，主要針對各訂單需求比例下總庫存與平均庫存作統計，在總庫存方面， 訂單需求比例為百分之九十時，總庫存為506， 訂單需求比例為百分之八十時為1034， 訂單需求比例為百分之七十時為1867， 訂單需求比例為百分之六十時為2823， 訂單需求比例為百分之五十時為3424， 隨著訂單需求比例增加，JIT供應鏈模式的總庫存是呈現減少的趨勢，有負向關係。

在平均庫存方面，為總庫存除上期數， 訂單需求比例為百分之九十時，平均庫存為5.27， 訂單需求比例為百分之八十時，平均庫存為10.77， 訂單需求比例為百分之七十時，平均庫存為19.45， 訂單需求比例為百分之六十時，平均庫存為29.41， 訂單需求比例為百分之五十時，平均庫存為35.66， 可以得知當訂單需求比例越高時，平均庫存的水準則會減少，因此訂單需求比例越高，平均庫存越低。

表4.8 JIT策略庫存統計表

| 訂單比例 | 總庫存 | 平均庫存 |
|------|------|-------|
| 90% | 506 | 5.27 |
| 80% | 1034 | 10.77 |
| 70% | 1867 | 19.45 |
| 60% | 2823 | 29.41 |
| 50% | 3423 | 35.66 |

圖4-9為JIT供應鏈模式下，平均庫存與訂單需求比例之間的關係圖，由圖中可以看出， 訂單需求比例與平均庫存間有反向關係， 訂單需求比例的增加會影響到平均庫存的減少， 訂單需求比例的增加會使當訂購的量到貨時，有越高比例的數量可以馬上滿足需求，也因此庫存量也快速減少， 庫存也快速減少。

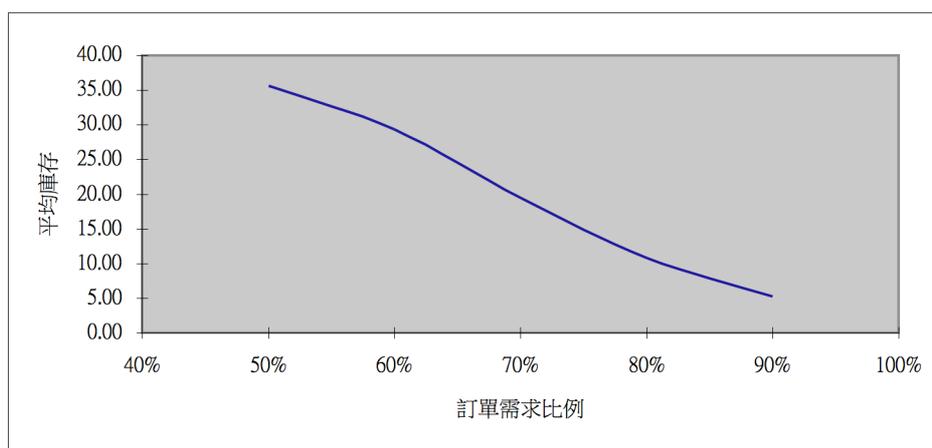


圖4-9 JIT策略平均庫存與需求訂單比例關係圖

三. 服務水準分析

表4.9為JIT供應鏈缺貨率的統計資料，在實際總需求量方面，各訂單需求比例下的結果均相差不多，而總缺貨量方面，在訂單需求比例為百分之九十時為30，在訂單需求比例為百分之八十時缺貨量為86，在訂單需求比例為百分之七十時缺貨量為91，在訂單需求比例為百分之六十時缺貨量為98，在訂單需求比例為百分之五十時缺貨量為129，總合來說，訂單比例越高時，缺貨量也越低，因此缺貨率降低，所以當訂單比例高時，可以掌握所到越高比例的總需求，所不能掌握的需求也越少，缺貨量則越少，缺貨率因此越低。

表4.9 JIT策略缺貨率統計表

| 訂單比例 | 總需求量 | 總缺貨量 | 缺貨率 |
|------|------|------|-------|
| 90% | 4749 | 30 | 0.65% |
| 80% | 4871 | 86 | 1.80% |
| 70% | 4729 | 91 | 1.93% |
| 60% | 4695 | 98 | 2.11% |
| 50% | 4827 | 129 | 2.65% |

圖4-10為JIT供應鏈模式下，缺貨率與訂單需求比例之間的關係圖，由圖中可以看出，訂單需求比例與缺貨率有負向關係，訂單需求比例的增加會影響到缺貨率的降低，訂單需求比例的增加即是需求中可掌握與事先得知的需求增加，必須經過需求預測與避免服務水準低落而準備的安全存貨部份減少，庫存量也將越少，越多比例的需求量在到貨的同時，即買上銷售至最終顧客，缺貨率則因訂單需求比例越高而越低。

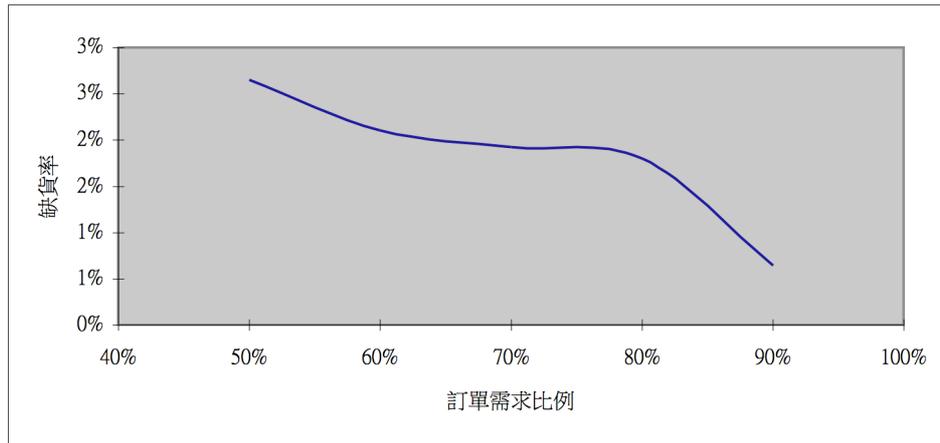


圖4-10 JIT策略缺貨率與需求訂單比例關係圖



4.4 持續補貨計畫供應鏈策略長鞭效應分析

CRP供應鏈策略在存貨策略上有兩種不同的策略，一種是訂購時則訂購至存貨上限點，另一種存貨策略則是訂購時，先判斷存貨是否低於安全存量，若存貨並未低於安全存量則不訂購，當存貨低於安全存量則訂購至存貨上限點，以下先就第一種CRP供應鏈模式進行分析，再分析第二種有設定安全存量的CRP供應鏈策略進行分析。

一. 存貨上限點對長鞭效應影響

在表4.10中，分別為存貨上點設定在六十到一百的情況下，在CRP供應鏈模式下模擬的統計結果，最終需求標準差方面，由隨機產生的資料當成需求產生，進而計算出最終需求標準差，由於為同一隨機函數所產生的隨機資料，因此在最需求標準差方面，在各前置時間下，均沒有太大的差異，約為二十八至二十九。

在上游需求標準差方面，即是為訂購量的標準差，在存貨上限點為一百時，訂購量的標準差為29.85，但在存貨上限點為九十時，訂購量的標準差為28.43，在存貨上限點為八十時，訂購量的標準差為25.33，在存貨上限點為七十時，訂購量的標準差為21.31，在存貨上限點為六十時，訂購量的標準差為15.62，隨存貨上限點的減少，上游需求標準差越小，存貨上限值為一百時，上游需求標準差約為存貨上限值為六十時的兩倍。

利用最終需求標準差與上游需求標準差計算出長鞭效應值，在存貨上限點為一百時，長鞭效應值為1.02，但在存貨上限點為九十時，長鞭效應值為0.98，在存貨上限點為八十時，長鞭效應值為0.88，在存貨上限點為七十時，長鞭效應值為0.76，在存貨上限點為六十時，長鞭效應值為0.53，存貨上限值越低，長鞭效應值越小，長鞭效應值降低的原因會在其他分析中顯示出來。

表4.10 CRP策略長鞭效應統計表

| 存貨上限值 | 需求標準差 | 上游需求標準差 | 長鞭效應值 |
|-------|-------|---------|-------|
| 100 | 29.21 | 29.85 | 1.02 |
| 90 | 29.04 | 28.43 | 0.98 |
| 80 | 28.67 | 25.33 | 0.88 |
| 70 | 27.88 | 21.31 | 0.76 |
| 60 | 29.63 | 15.62 | 0.53 |

在圖4-11為CRP供應鏈模式下，存貨上限值與長鞭效應時的關係圖，此圖即可明顯看出在CRP供應鏈的模式上，存貨上限值對長鞭效應為有正面的幫助，長鞭效應值在存貨上限值為一百時是在存貨上限值為六十時的兩倍，由模擬的過程中，可以看出訂購時，因存貨上限越小時，訂購量等於存貨上限值的次數越多，則上游廠商所面對的需求標準差就會越小。

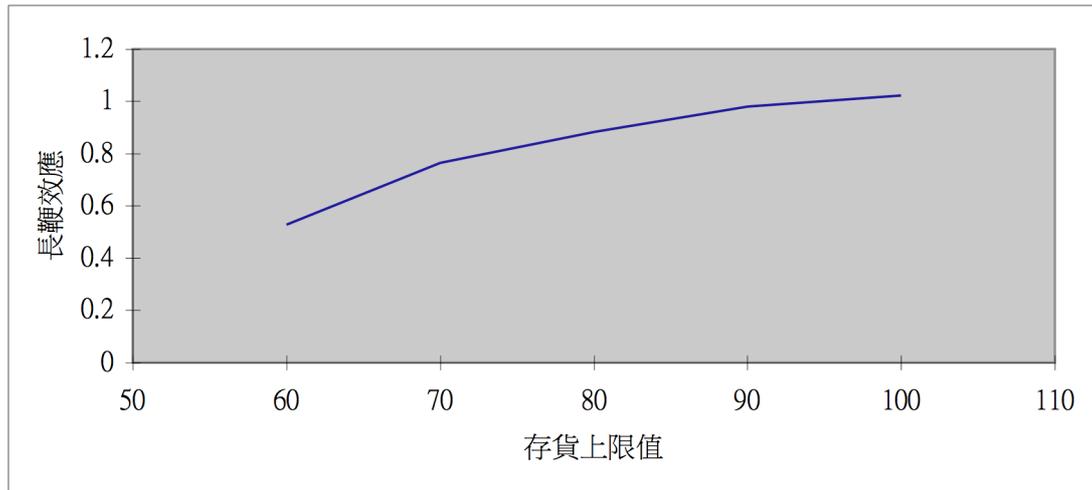


圖4-11 CRP策略存貨上限點與長鞭效應關係圖

二. 設定存貨上限點對庫存影響

表4.11為對CRP供應鏈模式中的庫存部份作統計的數據分析，主要針對各存貨上限值下總庫存與平均庫存作統計，在總庫存方面，在存貨上限點為一百時，總庫存為4835，但在存貨上限點為九十時，總庫存為3840，在存貨上限點為八十時，總庫存為2570，在存貨上限點為七十時，總庫存為1847，在存貨上限點為六十時，總庫存為840，隨著存貨上限值的降低，CRP供應鏈模式的總庫存是呈現減少的趨勢，有正向關係。

在平均庫存方面，為總庫存除上期數，在存貨上限點為一百時，平均庫存為50.36，但在存貨上限點為九十時，平均庫存為40.00，在存貨上限點為八十時，平均庫存為26.77，在存貨上限點為七十時，平均庫存為19.24，在存貨上限點為六十時，平均庫存為8.75，可以得知存貨上限值越高時，平均庫存的水準則會增加。

表4.11 CRP策略庫存統計表

| 存貨上限值 | 總庫存 | 平均庫存 |
|-------|------|-------|
| 100 | 4835 | 50.36 |
| 90 | 3840 | 40.00 |
| 80 | 2570 | 26.77 |
| 70 | 1847 | 19.24 |
| 60 | 840 | 8.75 |

圖4-12為CRP供應鏈模式下，平均庫存與存貨上限值之間的關係圖，由圖中可以看出，存貨上限值與平均庫存間有正向關係，存貨上限值的增加會影響到平均庫存的增加，存貨上限值的提高，表示可以一次訂購越多的數量，當需求變動很大時，也可以立即表現在訂購量上，若存貨上限值不夠大時，則不行，僅能分批訂購，這些現象就容易表現在庫存上，因此存貨上限值越大時，平均庫存越大。

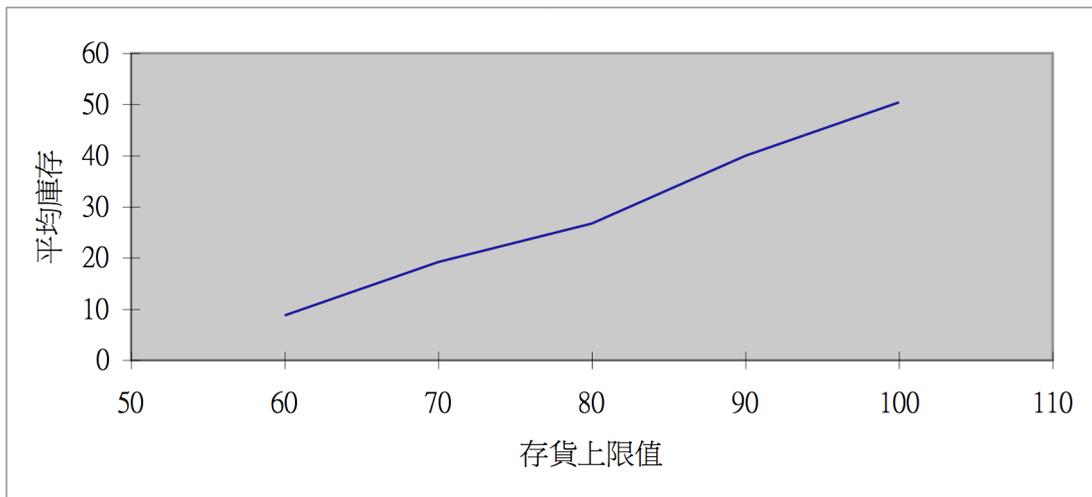


圖4-12 CRP策略存貨上限點與平均庫存關係圖

三. 存貨上限點對服務水準分析

表4.12為CRP供應鏈缺貨率的統計資料，在實際總需求量方面，各前置時間下的結果均相差不多，而總缺貨量方面，在存貨上限點為一百時，總缺貨量為49，但在存貨上限點為九十時，總缺貨量為99，在存貨上限點為八十時，總缺貨量為268，在存貨上限點為七十時，總缺貨量為459，在存貨上限點為六十時，總缺貨量為899，總合來說，存貨上限值設定越高時，總缺貨量就越小，因為存貨上限值高時，庫存量也會越多，因此缺貨率在存貨上限值高時就會比較小。

表4.12 CRP策略缺貨率統計表

| 存貨上限值 | 總需求量 | 總缺貨量 | 缺貨率 |
|-------|------|------|--------|
| 100 | 4665 | 49 | 1.06% |
| 90 | 4710 | 99 | 2.10% |
| 80 | 5035 | 268 | 5.30% |
| 70 | 4805 | 459 | 9.54% |
| 60 | 4897 | 899 | 18.35% |

圖4-13為CRP供應鏈模式下，缺貨率與存貨上限值之間的關係圖，由圖中可以看出，存貨上限直與缺貨率有負向關係，存貨上限值增加會影響到缺貨率的降低，存貨上限值的增加會導致必須有更多的庫存量，因此庫存量增加使得缺貨率下降，因此在存貨上限值為一百時，缺貨率不到百分之五，而當存貨上限值為六十時，缺貨率則近百分之二十。

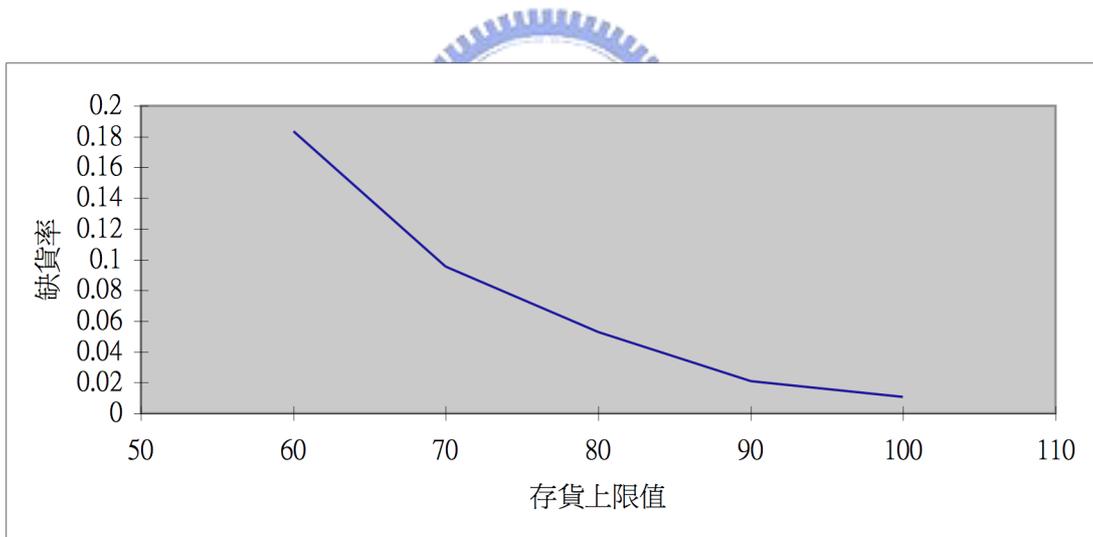


圖4-13 CRP策略存貨上限點與缺貨率關係圖

四. 設定安全存量對長鞭效應之影響

在表4.13中，分別為在存貨上限值為一百的情況下，設定不同的安全存量，在CRP供應鏈模式下模擬的統計結果，最終需求標準差方面，由隨機產生的資料當成需求產生，進而計算出最終需求標準差，由於為同一隨機函數所產生的隨機資料，因此在最需求標準差方面，在各前置時間下，均沒有太大的差異，約為二十八至二十九。

在上游需求標準差方面，即是為訂購量的標準差，在安全存量為八十時，上游標準差為29.30，但在安全存量為七十時，上游標準差為30.24，在安全存量為六十時，上游標準差為29.55，在安全存量為五十時，上游標準差為30.36，在安全存量為四十時，上游標準差為29.96，隨安全存量增加，上游需求標準差大致上呈現下降的趨勢，但會在趨勢上波動。

利用最終需求標準差與上游需求標準差計算出長鞭效應值，在安全存量為八十時，長鞭效應值為1.01，但在安全存量為七十時，長鞭效應值為1.03，在安全存量為六十時，長鞭效應值為1.02，在安全存量為五十時，長鞭效應值為1.05，在安全存量為四十時，長鞭效應值為1.03，隨著所設定之安全存量的增加，長鞭效應值呈現有上下波動的现象，不過在整體的趨勢上，隨安全存量設定增加，鞭效應值仍呈現下降的情況。

表4.13 CRP策略安全存量與長鞭效應統計表

| 存貨上限 | 安全存量 | 需求標準差 | 上游標準差 | 長鞭效應 |
|------|------|-------|-------|------|
| 100 | 80 | 28.94 | 29.30 | 1.01 |
| 100 | 70 | 29.42 | 30.24 | 1.03 |
| 100 | 60 | 28.88 | 29.55 | 1.02 |
| 100 | 50 | 29.01 | 30.36 | 1.05 |
| 100 | 40 | 29.04 | 29.96 | 1.03 |

在圖4-14為CRP供應鏈模式在設有安全存量的情況下，安全存量與長鞭效應時的關係圖，此圖即可明顯看出在CRP供應鏈的模式上，安全存量的增加對降低長鞭效應為有正面的幫助，但長鞭效應降低的情況並不非常明顯，安全存量增加在整體的趨勢上，會使長鞭效應值下降，但若部份來看，長鞭效應值是呈現上下波動的情況。

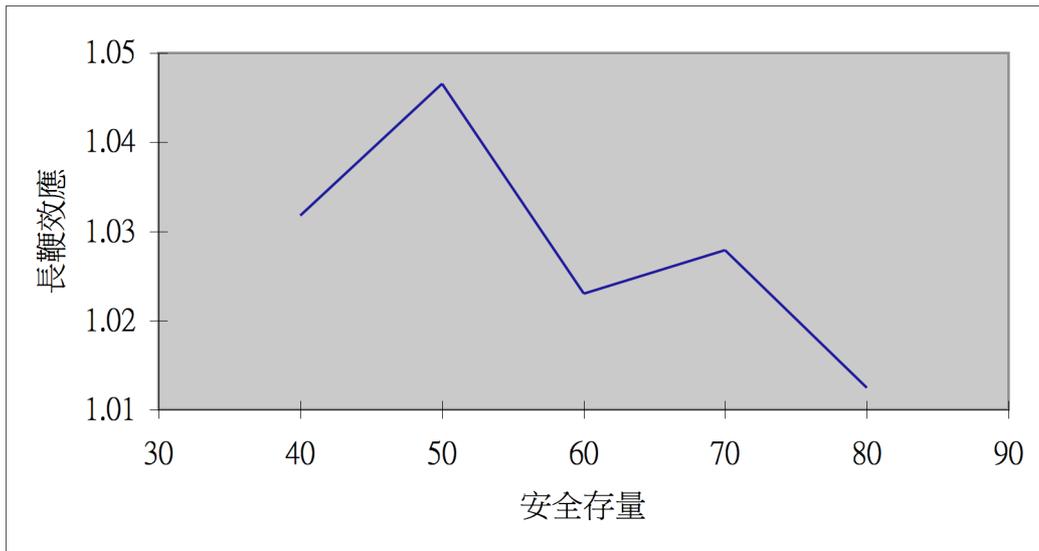


圖4-14 CRP策略安全存量與長鞭效應關係圖

五. 設定安全存量對庫存分析

表4.14為對CRP供應鏈模式中的庫存部份作統計的數據分析，主要針對各設定的安全存量下總庫存與平均庫存作統計，在總庫存方面，安全存量設定為八十時，總庫存量為4483，安全存量設定為七十時為4329，安全存量設定為六十時為4062，安全存量設定為五十時為3676，安全存量設定為四十時為3439，隨著安全存量增加，CRP供應鏈模式的總庫存是呈現增加的趨勢，有正向關係。

在平均庫存方面，為總庫存除上期數，安全存量設定為八十時，平均庫存為46.69，安全存量設定為七十時為45.09，安全存量設定為六十時為42.32，安全存量設定為五十時為38.29，安全存量設定為四十時為35.83，可以得知安全存量設定越高時，平均庫存的水準則會增加。

表4.14 CRP策略安全存量與庫存統計表

| 存貨上限 | 安全存量 | 總庫存量 | 平均庫存 |
|------|------|------|-------|
| 100 | 80 | 4483 | 46.69 |
| 100 | 70 | 4329 | 45.09 |
| 100 | 60 | 4062 | 42.32 |
| 100 | 50 | 3676 | 38.29 |
| 100 | 40 | 3439 | 35.83 |

圖4-15為CRP供應鏈模式在有設定安全存量的情況下，平均庫存與安全存量之間的關係圖，由圖中可以看出，安全存量與平均庫存間有正向關係，安全存量的增加會影響到平均庫存的增加，安全存量的增加會導致大部份的時間中，都保有越高的庫存量，因庫存越容易低於安全存量，也因此庫存量也快速增加，造成庫存水準增加。

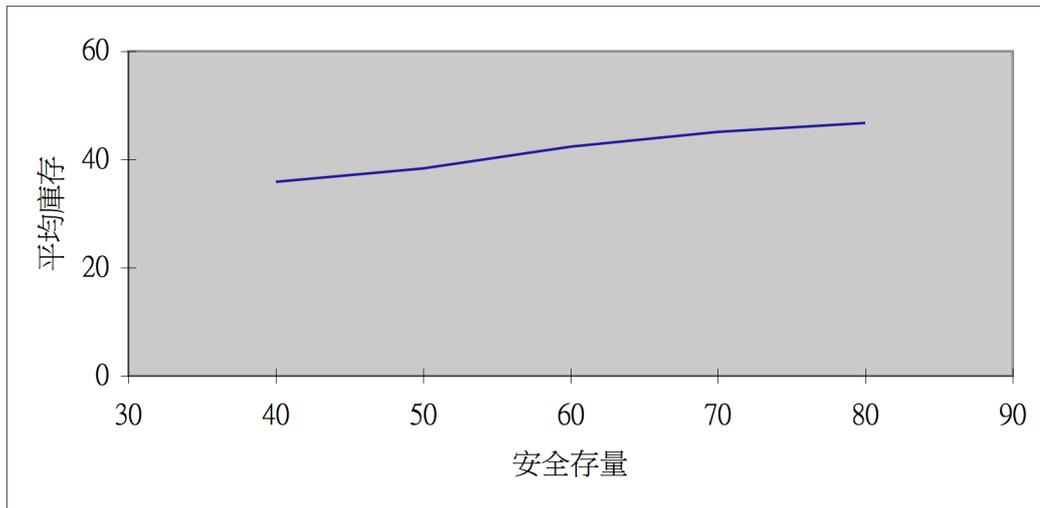


圖4-15 CRP策略安全存貨與平均庫存關係圖

六. 設定安全存量對服務水準分析

表4.15為CRP供應鏈在設有安全存貨的情況下，缺貨率的統計資料，在實際總需求量方面，各前置時間下的結果均相差不多，而總缺貨量方面，在安全存量設定為八十時為54，安全存量設定為七十時缺貨量為88，安全存量設定為六十時缺貨量為133，安全存量設定為五十時缺貨量為226，安全存量設定為四十時缺貨量為315，總合來說，設定之安全存貨越高時，所準備的安全存量越多，因此缺貨率降低，此為存貨策略上設定所影響的結果。

表4.15 CRP策略安全存量與缺貨率統計表

| 存貨上限 | 安全存量 | 總需求量 | 總缺貨量 | 缺貨率 |
|------|------|------|------|-------|
| 100 | 80 | 4852 | 54 | 1.11% |
| 100 | 70 | 4795 | 88 | 1.83% |
| 100 | 60 | 4818 | 133 | 2.73% |
| 100 | 50 | 4862 | 226 | 4.63% |
| 100 | 40 | 4829 | 315 | 6.58% |

圖4-16為CRP供應鏈模式在設定有安全存量的情況下，缺貨率與安全存量之間的關係圖，由圖中可以看出，安全存量與缺貨率有負向關係，安全存貨越高會影響到缺貨率的降低，安全存量設定越高會導致有更多的安全存量，也因此庫存量也快速增加，庫存量增加使得缺貨率下降，當安全存量設定為四十時，缺貨率約為百分之六到百分之七，若安全存量設定為八十，缺貨率則下降至約百分之一，明顯地，提高安全存量設定有助於缺貨率降低。

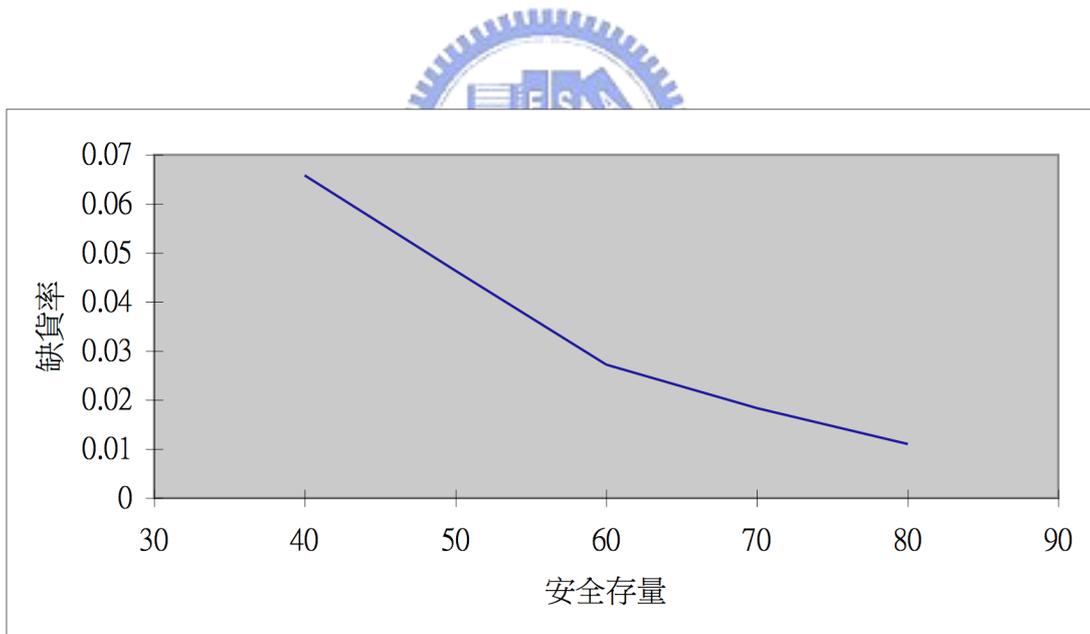


圖4-16 CRP策略安全存量與缺貨率關係圖

4.5 綜合比較分析

在比較各供應鏈策略的優劣上，將在各策略中，挑選長鞭效應最低的設定進行供應鏈策略比較，在整個環境的設定上，前置時間為一，若有需求預測則統一使用移動平均法，所使用的需求預測期數為四，因需求預測而所設定之安全存量為需求預測標準差的兩倍。在需求產生方面，則產生統一的需求資料，再分別使用各供應鏈策略模擬。

在JIT策略上，因策略之特性，需求分為訂單與非訂單部份，在此設定為有百分之七十之需求為訂單、百分之三十為非訂單之需求。在CRP策略上，則設一百為存貨上限點，若是為設有安全存量之CRP策略，則安全存量為八十。

一. 長鞭效應分析

如表4.16為各供應鏈策略長鞭效應分析表，因使用相同的需求資料，所以實際總需求量為均為4704，實際需求標準差為29.38，在簡單二階供應鏈模式下，上游需求標準差為43.25，在JIT供應鏈模式下，上游需求標準差為24.89，在CRP供應鏈模式下，上游需求標準差為30.08，在CRP供應鏈模式設有安全存量下，上游需求標準差為32.84，以JIT供應鏈策略為最低。

在長鞭效應值方面，在簡單二階供應鏈模式下，長鞭效應值為1.47，在JIT供應鏈模式下，長鞭效應值為0.85，在CRP供應鏈模式下，長鞭效應值為1.02，在CRP供應鏈模式設有安全存量下，長鞭效應值為1.12，因此在長鞭效應的降低上，JIT供應鏈策略為最有效之解決方法。

表4.16 各供應鏈策略長鞭效應分析表

| 供應鏈策略 | 實際總需求 量 | 實際需求標準差 | | | 上游需求 標準差 | 長鞭效應 值 |
|-----------------|------------|---------|--------|--------|-------------|-----------|
| | | 訂單標準差 | 非訂單標準差 | 總需求標準差 | | |
| 簡單二階 | 4704 | - | 29.38 | 29.38 | 43.25 | 1.47 |
| JIT策略 | 4704 | 20.57 | 8.82 | 29.38 | 24.89 | 0.85 |
| CRP策略 | 4704 | - | 29.38 | 29.38 | 30.08 | 1.02 |
| CRP策略設有 安全存量 | 4704 | - | 29.38 | 29.38 | 32.84 | 1.12 |

二. 庫存分析

如表4.17為各供應鏈策略庫存分析表，在簡單二階供應鏈模式下，總庫存為5239，在JIT供應鏈模式下，總庫存為1571，在CRP供應鏈模式下，總庫存為4796，在CRP供應鏈模式設有安全存量下，總庫存為4613，以JIT供應鏈策略總庫存為最低。

在平均庫存方面，在簡單二階供應鏈模式下，平均庫存為55，在JIT供應鏈模式下，平均庫存為16，在CRP供應鏈模式下，平均庫存為50，在CRP供應鏈模式設有安全存量下，平均庫存為48，因此在庫存上，JIT供應鏈策略的平均庫存為最低，CRP供應鏈策略中，設有安全存量於庫存上略低於無設有安全存量之CRP供應鏈策略，簡單二階供應鏈策略則為平均庫存最高之供應鏈策略。

表4.17 各供應鏈策略庫存分析表

| 供應鏈策略 | 總庫存 | 平均庫存 |
|-------------|------|------|
| 簡單二階 | 5239 | 55 |
| JIT策略 | 1571 | 16 |
| CRP策略 | 4796 | 50 |
| CRP策略設有安全存量 | 4613 | 48 |

三. 服務水準分析

如表4.18為各供應鏈策略服務水準分析表，在總缺貨量方面，在簡單二階供應鏈模式下，總缺貨量為591，在JIT供應鏈模式下，總缺貨量為126，在CRP供應鏈模式下，總缺貨量為56，在CRP供應鏈模式設有安全存量下，總缺貨量為68，以CRP供應鏈策略為最低，在模擬的過程中，CRP供應鏈策略只要所設存貨上限點夠高，基本上沒有缺貨的問題。

在缺貨率方面，在簡單二階供應鏈模式下，缺貨率為12.49%，在JIT供應鏈模式下，缺貨率為2.66%，在CRP供應鏈模式下，缺貨率為1.16%，在CRP供應鏈模式設有安全存量下，缺貨率為1.43%，因此在各供應鏈策略中，CRP供應鏈策略為缺貨率最低的，JIT供應鏈策略次之，簡單二階供應鏈策略最差。

表4.18 各供應鏈策略服務水準分析表

| 供應鏈策略 | 總缺貨量 | 缺貨率 |
|-------------|------|--------|
| 簡單二階 | 591 | 12.49% |
| JIT策略 | 126 | 2.66% |
| CRP策略 | 56 | 1.16% |
| CRP策略設有安全存量 | 68 | 1.43% |