

## 法人投資策略－以動態馬可夫模型分析

# An Analysis of Trading Strategies for Institution Investors Modeled With Dynamic Programming and Markov Process

蔡明憲、俞淑惠與黃永祥

國立暨南國際大學財務金融學系

聯絡人：蔡明憲

職稱：國立暨南國際大學財務金融學系助理教授

地址：南投縣埔里鎮大學路一號

電話與傳真：049-2910960 轉 4902

電子郵件帳號：[mstsai@ncnu.edu.tw](mailto:mstsai@ncnu.edu.tw)

聯絡人：俞淑惠

職稱：國立暨南國際大學財務金融學系助理教授

地址：南投縣埔里鎮大學路一號

電話與傳真：049-2910960 轉 4983

電子郵件帳號：[shuhui@ncnu.edu.tw](mailto:shuhui@ncnu.edu.tw)

聯絡人：黃永祥

職稱：國立暨南國際大學財務金融研究所碩士班研究生

行動電話：0928215859

電子郵件帳號：[s1214503@ncnu.edu.tw](mailto:s1214503@ncnu.edu.tw)

# 法人投資策略—以動態馬可夫模型分析

## An Analysis of Trading Strategies for Institution Investors Modeled With Dynamic Programming and Markov Process

蔡明憲\* Ming-Shann Tsai 俞淑惠\*\* Shu-Hui Yu 黃永祥\*\*\* Uon-Shin Huang

### 摘要

本研究建立在法人進出可影響股價的不完全競爭市場上，並考慮具策略成本的策略，來分析法人如何利用策略以求取最大的利益。本研究使用動態馬可夫系統，以機率的觀念動態修正法人投資策略，建立法人投資理論的數學模型。在本文模型架構下，可得知在已知的機率結構下，法人的最佳投資策略及使用該策略後預期可獲得的報酬率。

關鍵字：投資策略；法人；馬可夫序列；動態

### Abstract

Our research is based on a non-perfectly competitive market and supposed the trading strategies of the institution investors may affect underlying stock price with cost. While trying to find out the specific strategies to maximize the profit, we use the mathematical methods of Markov process and dynamic programming to develop an investment theory of institution investor. We take stock return levels as states and adopt the concepts of transition probability to revise the trading strategies. By using our model, institution investors may arrive at the optimal policy and the expected return from a given probability structure.

Keyword: trading strategic; institution investor; markov process; dynamic programming

\*國立暨南國際大學財務金融學系，助理教授，南投縣埔里鎮大學路一號，

E-mail:mstsai@ncnu.edu.tw

\*\*國立暨南國際大學財務金融學系，助理教授，南投縣埔里鎮大學路一號，

E-mail: shuhui@ncnu.edu.tw

\*\*\*國立暨南國際大學財務金融研究所，碩士研究生，南投縣埔里鎮大學路一號，

E-mail:s1214503@ncnu.edu.tw

# 法人投資策略—以動態馬可夫模型分析

## 1 前言

一般股票市場結構，常以參與人口數表示其寬度，以上市公司家數表示其深度。台灣的股票市場個人參與者之多是舉世聞名的，依證期會資料顯示 92 年 10 月底累計開戶數有 1298 萬戶，而佔全台人口的 57.7%。迄九十一年十二月底止，上市公司計只有 638 家，上櫃買賣之公司只有 384 家，第二類股票制度公司 11 家，而九十一年度的成交值周轉率卻高達 217.41%，此顯示台灣股票市場為寬但不夠深的市場（邱正雄，2000），雖然法人占交易量比重也逐年成長到 23%，但本國自然人（即俗稱散戶）占市場 75%，在這種散戶數眾多、總金額龐大、買賣股票頻繁的淺碟式市場，法人、基金、主力等足以影響個股短期走勢的投資者（文後通稱為法人）之大額買進或賣出，較可能造成股價巨幅的波動。而在這樣法人可影響股價的不完全競爭市場，法人如何進行買賣的策略才能獲得最大利益，此為本文探討的焦點。

文獻上不乏探討法人、基金經理人的行為表現，如績效是否能持續打敗大盤（Greg and Fabrice, 2001）、法人間的從眾行為（herding）（Scharfstein and Jeremy, 2000）、窗飾效果（window dressing）（Lakonishok et al., 1991）、代理問題（Khorana, 1996）等。在討論交易策略的影響上，如：Anderson（1987）以封閉式基金比較「買賣點」（Buy and sell point）、「買著持有」（buy and hold）及「濾嘴法則」（filter）績效，並得出「買賣點」操作策略在一些狀態下較佳；Sharpe（1992）以資產等級模型討論共同基金在絕對及相對績效下的表現及操作型態；Fung and Hsieh（1997）以持股水準為基礎探討避險基金的動態投資策略及與共同基金比較操作特性；Conrad and Kaul（1998）剖析動能策略（momentum）及反轉策略（contrarian）加入時間數列、橫斷面分析因素，在短中長期的表現；Kwon and Kish（2002）討論技術分析在NYSE的表現。然而綜觀上述文獻，都未探討當法人的交易量足以影響股價的情形下，其操作策略應如何選擇的問題。此外，即使文獻

有探討使用何種策略可的較佳的投資報酬，如：在Anderson文中，雖然得出使用「買賣點」策略有較佳投資報酬的結論，但在此策略實行過程中，如一次買進與分批買進，並未探討孰才可使利潤較大。本文將藉由動態馬可夫序列模型，探討法人擁有各種足以影響股價之策略時，如何找出最佳的投資策略。

在應用動態馬可夫序列探策略的問題上，Howard（1961）曾以其分析計程車排程問題與棒球策略問題；Zhang（2001）利用此模型，將買賣股票訂為擇股、買入、及賣出三步驟，再分析不同趨勢的狀況下，使用目標價及停損點所構成的最佳賣出的策略；Mildenstein and Schleef（1983）分析股票市場的單一經紀商在造市時之隨機最佳化模型，其以存貨角度解釋造市者的買賣價差（bid and ask）的原因及動態最佳化定價策略；Mcqueen（1991）將狀態列為兩種狀態，一為高報酬，一為低報酬，測試股價的隨機漫步假說；汪宏毅（2000）利用馬可夫序列的動態決策模型，以各種狀態下融資融券的增減當成訊息以決定策略的選擇，將狀態與決策之關係依其之最大平均效用以貝氏規範（Bayes' criterion）決定，並藉此建構一個操作股票的決策模式；江錦宗（2002）運用「馬可夫決策過程」（Markov Decision Process），建立面對股價波動時最佳動態決策的數學模式，再以線性規劃求解。

就我們的了解，過去的文獻並未討論法人如何利用對股價有影響力的策略，來進行投資專案。在研究方法上，本文以Howard 探討棒球策略的概念，應用在法人投資策略的選擇。本文的貢獻在於：討論不完全競爭市場下，擁有對股價部分影響力的法人買賣股票行為，並建立法人投資理論的數學模型。

本文的結構如下：第二章介紹法人策略，第三章說明模型設定，第四章說明法人最佳策略決定方法，第五章以一組機率矩陣說明本模型的運作方式、結果及比較以瞬間報酬及長遠利益所獲致的建議策略所帶來的差異，第六章為結論並說明未來研究方向。

## 2 法人策略介紹

本文將法人操作策略的期間，分為進貨期、拉抬與洗盤期及出貨期，每個時期法人皆有特定的策略可使用。在實際的環境中，法人可能有許多策略可用，本文將列舉一些法人常用策略，並將之整理與說明如下：

### 2.1 進貨期策略

- 1.發佈利空：利用媒體放出標的公司的利空消息，使股價下跌後買進股票。
- 2.壓低進貨：在當次買進股票的過程中，逢低買、逢高賣，使股票不會上漲過快，避免成本上昇。
- 3.持續買進：如同市價單方式，只要買進，而不管成本。
- 4.騙線：利用在使用技術分析的大多數人都會看 K 線圖及趨勢線等指標的特性，製造「假跌破」，使看圖操作的投資人判斷錯誤而獲利。
- 5.停損殺出：當碰到停損報酬率時，法人賣出所有手中持股。
- 6.觀望：靜觀其變，此策略在各個時期皆可使用。

### 2.2 拉抬洗盤期策略

- 1.發佈利多：利用媒體釋放出標的公司的利多消息，使股價上漲。
- 2.拉升股價：買進股票，使股價上漲，並吸引其他投資人進入接手，並於同期賣出此次買進的量，使持股不變。
- 3.向下洗盤：藉由先賣出股票，使股票下跌，讓對該股信心不足及打算獲利了結的投資人，決定獲利了結，使未來漲勢的賣壓相對減小。
- 4.向上洗盤：藉由先買進股票，使股票上漲，讓對該股目標價格不明確的投資人，決定獲利了結，使未來漲勢的賣壓相對減小。
- 5.震盪洗盤：使股價在一定區間內盤整震盪，讓對該股信心不足的投資人獲利了結，使未來賣壓變小。
- 6.停損殺出：當碰到停損報酬率時，法人賣出所有手中持股。

## 2.3 出貨期的策略

- 1.發佈利多：利用媒體釋放出標的公司的利多消息，使股價上漲。
- 2.拉高出貨：在出貨期先將股價拉高，再賣出手中持股。
- 3.震盪出貨：在一定區間內，以穩定價格出貨。
- 4.殺低出貨：法人為了要獲利了結，賣出所有持股，利用股價偏低時投資人搶便宜、搶反彈的心態而買進股票的行為，出脫手中持股。

## 3 模型設定

### 3.1 法人的目標函數

本研究是建立在法人買進或賣出可能會影響股票短期均衡價格的不完全競爭市場，但其交易量也不至於小到使法人成為獨占或寡占，即法人雖然在市場上雖為最大的買方或賣方，但其買賣不至於造成無人接手的局面。此外，法人的交易策略雖足以影響股票的價格，但對於股價的漲跌及幅度影響並不確定，即股票服從馬可夫序列，其漲跌依法人的交易策略而有不同的機率分配。而法人將在這些機率分配下，求算最大利潤下所應採取的策略為何。

為簡化模型，本文假定法人實行策略的時間為等間距的時間。在每個時間間隔點上，假設股價報酬現處於狀態  $i$ ，而股價報酬下一階段可能座落於狀態  $j$ ， $j=1, \dots, N$ 。定義在狀態  $i$  時，法人使用的策略為  $k^i$ ，可能施行的策略之說明如上節所述。在特定策略下，股價由狀態  $i$  移轉到狀態  $j$  的移轉機率（transition probability）為  $P_{i,j}^{k^i}$ ，每次移轉的報酬率為  $r_{i,j}^{k^i}$ 。則可知法人在狀態  $i$  的瞬間期望報酬為：

$$q_i^{k^i} = \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} r_{i,j}^{k^i} \quad i = 1, \dots, N \quad (1)$$

其中，

$q_i^{k^i}$  表示起始於狀態  $i$ ，使用策略  $k^i$  的瞬間期望報酬率。

$P_{i,j}^{k^i}$  表示起始於狀態  $i$ ，使用策略  $k^i$  下，移轉到狀態  $j$  的移轉機率。

$r_{i,j}^{k^i}$  表示起始於狀態  $i$ ，使用策略  $k^i$  下，移轉到狀態  $j$  的移轉報酬率。

理性的法人交易時不會僅考慮一期的瞬間期望報酬率，更應考慮在多期運作下的長遠利益。令經  $T$  期後，法人的總期望報酬率可表成下式：

$$V_i^{k^i}(T) = \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} [r_{i,j}^{k^i} + V_j^{k^j}(T-1)] \quad i=1, \dots, N \quad (2)$$

$$= q_i^{k^i} + \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} V_j^{k^j}(T-1) \quad (3)$$

其中， $V_i^{k^i}(T)$ ：起始於狀態  $i$ ，使用策略  $k^i$ ，經  $T$  期後的期望報酬率。

式 (2) 代表起始於狀態  $i$ ，並使用策略  $k^i$ ，而後在不同時期不同狀態亦分別使用相對的策略後（即在狀態  $j$  使用策略  $k^j$ ），經  $T$  期的期望報酬率。若假設股價報酬率為完全週歷遍境（Complete Ergodic）的馬可夫序列（註1），令  $\pi(T)$  代表經  $T$  期後的移轉機率矩陣（如  $\pi(1) = \pi(0)P$ ）。則：

$$\pi(T) = \pi(0)P^T = \pi(0)H(T) \quad (4)$$

其中， $H(T)$  代表在  $T$  期考慮各期移轉機率後的移轉機率生成函數，由 Z 轉換（註2）可知， $H(T)$  可以分解成兩個部分， $H(T) = S + \Phi(T)$ ，其中  $S$  表當  $T \rightarrow \infty$  時的極限狀態機率；而  $\Phi(T)$  則代表  $\pi(T)$  偏離極限狀態機率的程度，在完全週歷遍境序列中，當  $T$  值夠大時，此變動部分會趨近於零，故當運作期數  $T$  夠大時，上一期與本期的極限狀態機率幾乎是理論上是無差距的。即股價報酬率在經過  $T$  期運作後移轉機率將趨於穩定，不管起始於哪個狀態，下一期移轉到狀態  $j$  的機率都會相同，換句話說，極限狀態機率分佈會與起使狀態無關。

令  $g_i$  代表處於狀態  $i$  時，在經  $T$  期後，且機率歸於穩定時，每多運作一期，所帶來的平均收益，則  $g_i = \sum_{j=1}^N S_{ij} q_j$ ， $S_{ij}$  為矩陣  $S$  的元素，代表由狀態  $i$  移轉到狀態  $j$  的極限狀態機率。所有狀態在無窮期運作下，可能趨於不同的吸收狀態，設有  $m$  個狀吸收態（如持股為零的狀態），就存在  $m$  個循環（multichain）及  $m$  組

$g_i$  值。透過 Howard 文中所使用的 Z 轉換，可得  $V_i^{k^i}(T)$  的漸近線型式 (asymptotic form)，即  $V_i^{k^i}(T)$  的函數可表示成：

$$V_i^{k^i}(T) = Tg_i + v_i^{k^i} \quad i = 1, \dots, N \quad (5)$$

其中  $v_i^{k^i}$  為  $V_i^{k^i}(T)$  函數的截距項，代表期初時，法人在狀態  $i$  使用策略  $k^i$  的期望報酬率。又由式 (3) 及式 (5)，可得  $V_i^{k^i}(T+1)$  為：

$$(T+1)g_i + v_i^{k^i} = q_i^{k^i} + \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} V_j^{k^j}(T) \quad (6)$$

又由式 (5) 可知， $V_j^{k^j}(T-1) = (T-1)g_j + v_j^{k^j}$ ，代入後可得：

$$Tg_i + g_i + v_i^{k^i} = q_i^{k^i} + T \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} g_j + \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} v_j^{k^j} \quad i = 1, \dots, N \quad (7)$$

式 (7) 是由式 (5) 所導出，所以極大化  $V_i^{k^i}(T)$  也同時也極大化式 (7) 等號的任一邊。但因為式 (7) 在運作期數  $T$  很大時會成立，明顯的下列二式會成立：

$$Tg_i = T \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} g_j \quad i = 1, \dots, N \quad (8)$$

$$g_i + v_i^{k^i} = q_i^{k^i} + \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} v_j^{k^j} \quad i = 1, \dots, N \quad (9)$$

式 (8) 建立各狀態的  $g_i$  間的關係。式 (9) 亦表示法人交易時不僅考慮一期的瞬間期望報酬率 (即  $q_i^{k^i}$ )，更應考慮在多期運作下的長遠利益 (即  $q_i^{k^i} + \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^i} v_j^{k^j}$ )，因此法人的目標函數  $V_i^{k^i}(T)$ ，可簡化表達如下：

$$\text{Max}_{k^i} \Pi_i = q_i^{k^i} + T \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^j} g_j + \sum_{j=1}^N P_{i,j}^{k^j} V_j^{k^j} \quad i = 0, 1, \dots, N \quad (10)$$

在已知狀態的移轉機率下，使用疊代法 (Iteration cycle) 可以求解期望報酬最大下的策略，移轉機率將於下一部份討論。而疊代法將於第四章節介紹。

### 3.2 移轉機率與移轉報酬率的設定

設法人決定投資標的後，預期投資某支股票金額總計  $TQ$  元，將  $TQ$  元分成  $U$  等份，每單位金額  $UQ$  元，最多共分  $U$  次在進貨期買進股票，而在歷經拉抬與洗盤期後，進入出貨期分數次賣出所有的股票。本文假設法人依策略計畫買進買出股票一定成交。且為了計算方便，假設其平均買進、賣出價位是每次買賣的最初價位。此外，未投入股市的閒置資金沒有利息收入。

在狀態及移轉機率的設定上，本文將操作股票的報酬分設區間，依持股數量、操作報酬率及所處時期設定狀態，而狀態報酬率以區間內的平均報酬為代表。當報酬區間分的越細時，則愈能貼近法人投資的實際狀況，然而其運算將更加複雜。本文將手中無持股的狀態定為狀態 0，設定進貨期的狀態共  $b \times c$  個，而拉抬與洗盤期狀態有  $e \times f$  個，出貨期的狀態有  $m \times n$  個。亦即在進貨期中，報酬率區間數有  $b$  個，持有的股數水準有  $c$  個水準，因為持有  $U$  單位金額股票時已進入拉抬與洗盤期，所以在進貨期最多持有股票  $(U - 1)$  單位。在拉抬與洗盤期中，將賣壓大小分成  $f$  種水準，在持有不同賣壓大小時，都有  $e$  個報酬率水準，只有當報酬率上升到高於本期最高水準時，會進入出貨期。同理，在出貨期有  $n$  個持股水準  $(n = U)$  ( $U$  單位到 0 單位)，每個持股單位有  $m$  個報酬率水準，使用策略出貨，直到零持股為止，舉例而言，狀態一可能代表在進貨期持股一單位且  $12\% \leq \text{報酬率} < 15\%$  的情形。若將所有狀態全數依序編號，則進貨期的狀態編號自 1 到  $a$  ( $a = b \times c$ )，拉抬與洗盤期的狀態編號自  $a + 1$  到  $d$  ( $d = b \times c + e \times f$ )，出貨期的狀態編號自  $d + 1$  到  $N$  ( $N = b \times c + e \times f + m \times n$ )。

在每個狀態都有些策略可使用，這些策略會使狀態間移轉的機率不同，所以本文的目標在求取使 (10) 式最大化的策略，這些策略有相對應的移轉機率。所以在進貨期、拉抬與洗盤期及出貨期的各個狀態分別選定使期望報酬最大化的最佳策略後，則可得到包含進貨期、拉抬與洗盤期及出貨期的使用最佳化策略下的移轉機率矩陣  $P^{\text{MAX}}$ 。

$$P^{\text{MAX}} = \begin{bmatrix} P_{1,1}^{k^1} & \dots & P_{1,N}^{k^1} \\ \vdots & \ddots & & & & & & & \vdots \\ P_{a,1}^{k^a} & & \ddots & & & & & & P_{a,N}^{k^a} \\ P_{a+1,1}^{k^{a+1}} & & & \ddots & & & & & P_{a+1,N}^{k^{a+1}} \\ \vdots & & & & \ddots & & & & \vdots \\ P_{d,1}^{k^d} & & & & & \ddots & & & P_{d,N}^{k^d} \\ P_{d+1,1}^{k^{d+1}} & & & & & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & & & & & \ddots & P_{d+1,N}^{k^{d+1}} \\ P_{N,1}^{k^N} & \dots & P_{N,N}^{k^N} \end{bmatrix}$$

(11)

上述矩陣是表示最佳策略下，各期的移轉機率矩陣，(11) 式以機率的上標  $k^i$  代表第  $i$  個狀態的最佳化策略，例如  $k^2$  代表狀態 2 的最佳化策略，下標的逗點左邊代表移轉前所在的狀態，逗點右邊代表移轉後所在的狀態。

在買進、拉抬與洗盤，賣出的過程中，法人有一些策略可供選擇。使用策略雖然可能有理想的效果，但是也有它的成本。在本文中設定每個策略的成本不同，以代號  $c_k\%$  表示。為滿足動態馬可夫序列狀態間移轉時報酬的唯一性，狀態移轉的報酬率以狀態區間的平均報酬率計算。若在狀態  $i$  為狀態平均報酬率為  $x_i\%$ ，接下來移轉到狀態  $j$  且狀態平均報酬率為  $y_j\%$ ，如果第  $k^i$  策略的成本是  $c_k\%$ ，則計算狀態移轉的報酬率  $r_{i,j}^{k^i}\%$  的方法如下：

$$r_{i,j}^{k^i} = y_j - x_i - Lc_k \quad (12)$$

一旦使用停損策略，則  $L$  是持有股票資產的單位金額佔總資金的比例，在其他策略中  $L=1$ 。在實際的運作上利用每單位金額股票的平均買入金額，及現在的股價資料，我們可以算出法人操作的概略報酬率  $Z'\%$ ，並依其座落的區間歸類於某狀態。概略報酬率  $Z'\%$  的計算如下：

$$Z^t \% = \sum_{i=1}^U \frac{1}{U} R_i^t \quad (13)$$

上標  $t$ ：現在的時間、期數。

$R_i^t, i=1, \dots, U$ ：代表每單位的投資金額的報酬率。其計算方式如下：

$$R_i^t = \frac{P_i - P_{i-1}}{P_{i-1}} \quad i=1, \dots, U \quad (14)$$

而未投入股市的資金報酬率  $R_i^t = 0$ 。

$P_i$ ：代表第  $i$  單位金額的平均買入價格

#### 4. 法人最佳策略決定模式

本文利用疊代法，來求出符合期望收益最大的最佳解，疊代法包含兩個程序，一是決定期望報酬趨近值的程序（Value-Determination Operation），另一個是決策改進程序（Police-Improvement Routine），求解最佳解時，可以由任何一個程序開始，但必須假設另一個程序結果已知，將一個程序結果代入另一程序，不斷重複，直到收斂到最佳解為止。在本文設定將由極大化（1）式的瞬間期望報酬的策略，代入決定期望報酬趨近值的程序，再代入決策改進程序，逐步逼近使求出極大化式（10）長久利益的最佳策略。

##### 4.1 決定期望報酬趨近值程序

本程序指由（8）、（9）式為基礎，在每個狀態都有決策選擇  $k^i$ 、機率  $P_{i,j}^{k^i}$  及報酬  $r_{i,j}^{k^i}$  下，解出  $v_i^{k^i}$ （ $i=1, \dots, N$ ）及  $g_i$ （ $i=1, \dots, N$ ）。雖然狀態共有  $N$  個，故由（8）、（9）式可知，共有  $2N$  條方程式，但代入（8）式時，因為當狀態  $i$  屬於吸收狀態時，會得到  $g_i = g_i$  這種無效的式子，若設有  $m$  個吸收狀態，所以只有  $2N - m$  條方程式，當令這些吸收狀態  $i$  的  $v_i^{k^i} = 0$ （共  $m$  個），則可以解出當  $T \rightarrow \infty$  時，相對於吸收狀態  $v_i^{k^i}$  值的其餘各個狀態期望報酬率  $v_i^{k^i}$  及所有  $g_i$  值，再將這些相對值代入決策改進程序，求出是否有更佳策略。

## 4.2 決策改進程序 (Police-Improvement Routine)

對於每個狀態而言，所謂最佳策略是該狀態使用此策略，所能獲致的長久利益 ( $V_i^{k^i}(T)$ ) 最大，而不僅是眼前的短期利益 ( $q_{i,j}^{k^i}$ ) 最大。因為上述程序已經求出  $v_i^{k^i}$  及  $g_i$  值，代入 (8)、(9) 式右邊，可求得在相同的狀態下使用不同的策略的期望報酬率，先比較 (8) 式右邊的值，若 (8) 式相等才比較 (9) 式右邊的值。若新策略總報酬率 ( $\Pi_i$ ) 比原來策略更佳，則代表使用新的策略有較高的長遠利益，將新決定各狀態最佳決策集合再代入 (8)、(9) 式，並重新由決定期望報酬趨近值程序計算新的  $v_i^{k^i}$  及  $g_i$  值，再重新計算不同的策略下的期望報酬率，直到這次所求得的每個狀態下最佳決策集合與前一次相同為止，則表示找到一組最佳解，這組最佳決策集合表示在長久運作下可得到最大收益。

## 5. 法人投資最佳策略例子操作

### 5.1 法人投資系統運作說明

本文將以一個簡單的例子來說明整個系統的運作，假定法人準備了 2000 萬的資金來投資某支股票在進貨期的目標是購足 2000 萬的股票，一次買進一單位金額 1000 萬，而後進入拉抬與洗盤期，最後進入出貨期賣出所有股票。

在進貨期中，若法人將狀態定為  $7 \times 1$  個，並將狀態編號自 1 到 7，各狀態的說明如同表一，如表一中狀態二代表持股金額一單位且報酬率介於 12% 到 15% 的狀態。而在進貨期，假設可以使用的策略有「壓低進貨」、「持續買進」、「殺低出貨」，除了零持股時或處於停損報酬率的兩個狀態外，假設其他狀態所能使用的策略都相同，如狀態 1 因為持股數為 0，故設能使用的策略有「壓低進貨」、「持續買進」，而狀態 2 到 6 都可以使用「壓低進貨」、「持續買進」等策略。而「殺低出貨」則是跌到停損報酬率 (狀態 7) 時的策略。而每一個策略都有成本，本文假設各期可用策略假設的成本及說明如同表四，例如由表四可知，在進貨期使

用壓低進貨策略的成本設為 2%。另外，在進貨期的狀態皆可移轉到拉抬及洗盤期或出貨期。

而在拉抬及洗盤期時，假設法人將狀態設定為 14(7×2)個(狀態 8 到 21)，吾人認為即使使用相同的策略，賣壓較小的狀態移轉到報酬率較高狀態機率比起賣壓較大的狀態為大，所以在決定狀態時，將賣壓分成大小 2 種水準。而每一種賣壓水準各有 7 個報酬率區間，狀態 8~14 是表示賣壓較小的狀況，狀態 15~21 則是代表賣壓較大的狀況，狀態的定義如同表二所示。本期的狀態可移轉到出貨期。而在拉抬與洗盤期的策略有「拉升股價」、「向下洗盤」、「停損殺出」(策略編號 5 到 7)三種，除了觸到停損點的狀態 14、21 只能使用策略「停損殺出」，及進入出貨期的狀態 25 外，其餘狀態皆可以使用「拉升股價」、「向下洗盤」的策略，其成本與說明亦列於表四。

而在出貨期中，假設法人設定狀態為 18(6×3)個，在持有 3 種不同單位金額股票(2 單位到 0 單位)時，皆有 6 個報酬率水準。所有的狀態一旦進入手中持有 0 單位該檔股票的各種狀態(狀態 34~39)後，就不再離開，也就是這些狀態都是吸收狀態(absorbing)，一旦進入後，表示本次操作已終止。各狀態的定義如同表三所示。在出貨期，除了觸到停損報酬率的狀態(即狀態 27、33、39)時，只能使用策略「殺低出貨」和持股零單位的狀態(如狀態 34 到 39)使股票操作終止外。其他各個狀態都有策略「拉高出貨」、「觀望」、「殺低出貨」(策略編號 8 到 11)可供選擇，其成本及說明亦如同表四所示。

舉例而言，假設法人自狀態 1(手中無股票)開始運作，股票市價為 100 元，為了買入股票，其使用策略「壓低進貨」以買進一單位金額，而最終股價為 114.5 元，計算持有股票的報酬率為 7.25%，則判定狀態將移轉到狀態 4(平均報酬 7.5%)，壓低進貨的策略成本 2%，所以本次移轉平均報酬率將為 5.5%(5.5% = 7.5% - 2%)。而在狀態 4 有策略 1 到 3 可選擇，若決定使用策略「持續進貨」，而後計算其投資報酬率，假設收盤股價為 107 元，故其持有兩單位的報酬率為 -0.2%，其因已購滿兩單位股票，其將因而其將移轉到狀態 12(平均報酬率 0%)，

並進入拉抬及洗盤期，同時其需負擔持續進貨的策略成本 3% ，因此單次損益為 -10.5% (  $-10.5\% = (0\% - 7.5\%) - 3\%$  )。而狀態 12 是屬於賣壓高的狀態，假設法人使用策略「向下洗盤」，使股價改變，同樣計算其投資報酬率，假設移轉到狀態 19 (平均報酬率 0% )，策略成本 3% ，所以單次報酬為 -3% 。接下來法人使用策略「拉升股價」，使股票上漲，因而投資報酬率增加而到狀態 10 (平均報酬率 8% )，策略成本為 2% ，單次報酬為 6% 。接下來法人仍使用策略「拉升股價」，但股票報酬率反而下跌到狀態 11 (平均報酬率 4% )，所以單次損益成為 -6% 。於是法人選擇策略「向下洗盤」化解賣壓...；直到移轉入出貨期。假設在進入出貨期的狀態為狀態 25 (平均報酬率 20% )，法人使用策略「拉高出貨」出貨一單位，其報酬率為 26% ，因而將移轉到狀態 30 (平均報酬率 24% )，策略成本 2% ，所以單次損益為 6% ；接著使用策略「拉高出貨」，股價反而下跌，在經過計算損益後，狀態移轉到狀態 37 (平均報酬為 20% )，成本 2% ，單次損益為 -6% ，而到手中持有 0 單位股票的狀態，結束了整個股票的操作過程。

## 5.2 法人投資模型操作

依前述設定，若各個策略下狀態的移轉機率如同表六到表十二所示。表六到表十二依序表示策略一「壓低進貨」、策略二「持續買進」、策略四「拉升股價」、策略五「向下洗盤」、策略七「拉高出貨」、策略八「觀望」、策略九「殺低出貨」的移轉機率表 (策略三、六同為「停損殺出」直接設定損失率，所以不設移轉狀態機率表)。我們利用表一到表三各狀態的定義、表四的策略成本、及表六到表十二的移轉機率，若以「決定期望報酬趨近值程序」((8)、(9) 式) 及「決策改進程序」((8)、(9) 式右邊)，可得法人最大投資報酬率下，各狀態所應採行的最佳策略。

由式 (1) 所得瞬間報酬最大的最佳策略如同表十三所示。即法人只追求瞬間報酬極大時，各狀態的最佳策略，除了停損狀態設定只能使用停損策略外，在進貨期都是策略二「持續買進」，拉抬與洗盤期都是策略四「拉升股價」，在出貨期除了報酬率較高的狀態 (狀態 22、23、28、29)，使用策略八「觀望」外，都

是使用策略七「拉高出貨」；而若在固定使用這組策略下，在機率趨於穩定時，因為將求得的  $g_i$ 、 $v_i^{k_i}$  代入 (5) 式中，法人進行這項投資預期將有 11.94 % 的收益。

然而表十三所決定的最佳策略，並非式 (10) 的長久運作獲利最大的策略，因而必須利用決策改進程序來決定長久運作獲利最大的策略，在反覆執行決定期望報酬趨近值程序及決策改進程序程序 4 次後，最佳策略就趨於穩定，不再改變，表示已找出使長久運作獲利最大化的策略。經由二個程序疊代所得的策略，代表的是將眼光放遠，會考慮到移轉到下一個狀態後所帶來的無窮期運作利益，而非僅是只看下一步的利益極大的策略。其結果如表十四所示。

表十四說明法人追求極大化長久運作報酬時，各狀態的最佳策略，除了停損狀態設定只能使用停損策略外，在進貨期都是策略二「持續買進」，拉抬與洗盤期都是策略四「拉升股價」，在出貨期除了報酬率最高的狀態（狀態 22、28）使用策略八「觀望」外，都是使用策略七「拉高出貨」。而本表策略與表十三不同處在狀態 23、29 改用策略七，並以上標\*標示在表十四中。若在固定使用這組策略下，在機率趨於穩定時，法人進行這項投資，預期將有 12.78% 的收益。

在本例中表十三、十四比較上，在表十三法人在進行投資時的總期望報酬率為 11.94%（狀態一的  $V_i^{k_i}(T)$  值），而表十四的總期望報酬率為 12.78%，代表使用表十四的最佳策略平均會較表十三的策略的總期望值高 0.84%。

表十三亦顯示，考長期利益與短期利益的法人，其策略選擇可能不同，在狀態 23、29，若只顧及眼前利益，策略 8「觀望」會是一個最好的選擇，但是顧及這個策略導致未來的狀態機率分配，所衍生的損失下，策略 7「拉高出貨」是最佳的策略。

## 6. 結論

本文利用馬可夫模型，提出一個新的模型來說明法人利用對股價具影響力的策略，以增加股票報酬率的方法。實務中每個法人因為操作的股票不同、慣用策略不同，操作時點不同，過去的經驗不見得相同，因此所得移轉機率矩陣不見得相同，所以得到這套系統的最佳策略的建議可能也不同，以統計的角度來看，樣本的數目也會影響著機率的代表性，不過對於專門操作特定的股票、可以獲致單一股票的完整機率值的法人來說，這樣的模型將有相當的參考價值，因為吾人能給予操作上的建議。各個法人可以自己的經驗，將狀態、策略、移轉機率做不同的設定，都可以藉用上述的法人投資策略模型，可以得到考慮到長遠運作下的最佳投資策略以及建議。

本文在設定模型時，雖然有很多的假設，如何將這些假設修改更加符合現實，是以後的研究方向，例如買進是否可以不限定單位金額、操作期間持股可以自由買進或賣出甚至加入放空等，進入拉抬洗盤期後可以回到進貨期等等。此外如何將上述的移轉機率，依照現實狀況予以修正，例如利用貝氏機率修正機率，以符合現行趨勢，也是可以發展的方向。

## 參考文獻

### 中文部份：

- 1.江錦宗,2002,應用馬可夫決策過程進行台灣股票投資分析之研究，東海大學工業工程與經營資訊研究所，未出版碩士論文。
- 2.汪宏毅,2000,台灣股市交易之動態風險決策模型，國立台北大學統計學系，未出版博士論文。
- 3.邱正雄，2000，台灣資本市場發展與經濟成長，財團法人國家政策研究基金會國政研究報告，財金（研）089-012 號。
- 4.葉銀華、陳志偉、邱顯比,2000,基金經理人裁量性投資行為之研究，journal of Financial Studies,Vol. 8 No.1,pp.1-31。

### 英文部分：

- 1.Anderson, Seth C., 1987, An Analysis of Trading Strategies for Closed-End Equity, Quarterly Journal of Business & Economics, Vol. 26 Issue 1, pp.3,17.
- 2.FundChen, Fangruo and Jing-Sheng Song, 2001, Optimal Policy For Multicheckon Inventory Problems With Markov-Modulated Demand, Operations Research, Vol. 49, No 2, pp.226-234.
- 3.Conrad, Jennifer and Kaul, Gautam,1998, An anatomy of Trading Strategies, The Review of Financial Studies , Vol. 11,No 3, pp.489-519.
- 4.Flood, Mark D.; Ronald, Huisman; Kees G. Koedijk and Ronald J. Mahieu, 1999, Quote Disclosure and Price Discovery in Multiple-Dealer Financial Markets, The Review of Financial Studies, Vol. 12, No 1, pp.37-59.
- 5.Fung, William and David A. Hsieh, 1997, Empirical Characteristics of Dynamic Trading Strategies of Hedge Funds, The Review of Financial Studies , Vol. 10 ,No 2, pp.275-302.
- 6.Gregoriou, Greg and Rouah, Fabrice,2001, Last year's winning hedge *fund* as this year's selection: A simple trading strategy, Derivatives Use, Trading & Regulation, Vol. 7, Issue 3, pp.269-275.
- 7.Grindold, Richard C., 1983, Market Value and Markov Dynamic Programming, Management Science, Vol 29, No 6,pp.583-594.
- 8.Howard, Ronald A. ,1960, Dynamic Programming and Markov Processes, Cambridge.
- 9.Khorana, A.,1996, Top management Turnover An Empirical investigation of mutual fund managers, Journal of Financial Economics, Vol. 40, pp.403-427.
- 10.Kish, Richard J., 2002, Technical trading strategies and return predictability: NYSE, Applied Financial Economics, Vol. 12 Issue 9, pp.639-654.
- 11.McQueen, Grant and Thorley, Steven, 1991, Are Stock Returns Predictable? A Test

- Using Markov Chain, *Journal of Finance*, Vol. XLVI, No.1, pp.239.
12. Mildestein, Eckart and Schleef, Harold, 1983, The Optimal Pricing Policy of a Monopolistic Marketmaker in the Equity Market, *Journal of Finance*, Vol XXXVIII. No 1, pp.218-231.
  13. Ravi, Anshuman V. and Kalay Avener, 1998, Market making with Discrete Prices, *The Review of Financial Studies*, Vol.11, No 1, pp.81-109.
  14. Scharfstein, David S. and Jeremy C. Stein, 2000, Herd Behavior and Investment: Reply, *American Economic Review*, Vol. 90 Issue 3, pp.705-706.
  15. Sharpe, W. F., 1992, Asset Allocation: Management Style and Performance Measurement, *Journal of Portfolio Management*, Vol 18, pp.7-19.
  16. Swami, Sanjeev, Martin L. Puterman and Charles B. Weinberg, 2001, Play It Again, Sam? Optimal Replacement Policies For a Motion Picture Exhibitor, *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 3, No. 4, pp.369-386.
  17. Zhang, Q., 2001, Stock Trading: An Optimal Selling Rule, *Journal Control Operation*, Vol. 40, No 1, pp.64-87.

- 註 1：若在經過  $T$  期運作後移轉機率趨於穩定，即符合完全週歷遍境 (Complete Ergodic) 特性，完全週歷遍境定義詳見 Howard (1960) 第一、四章，可利用  $V(T)$  的 Z 轉換形式，幫助我們求出在  $T \rightarrow \infty$  時  $V(T)$  會趨近的極限值。
- 註 2：本文使用的 Z 轉換是一種幫助計算矩陣的次方的方法，並經由 Z 轉換的拆解，可迅速判斷機率矩陣在多次連乘後是否會收斂，詳見 Howard(1960) 第一章。

表一：進貨期狀態定義表

持股 0 單位		
狀態 1（起始狀態，決定投資而尚未買股票）		
持股 1 單位		
狀態 2 $12\% \leq \text{報酬率} < 15\%$ （平均報酬為 13.5%）	狀態 3 $12\% \leq \text{報酬率} < 9\%$ （平均報酬為 10.5%）	狀態 4 $6\% \leq \text{報酬率} < 9\%$ （平均報酬為 7.5%）
狀態 5 $3\% \leq \text{報酬率} < 6\%$ （平均報酬為 4.5%）	狀態 6 $-0.2\% \leq \text{報酬率} < 3\%$ （平均報酬為 -1.4%）	狀態 7（停損） 報酬率 $\leq -0.2\%$ 以下（平均報酬以 -2% 代表）

註：表一中說明進貨期的狀態共有 7 個。狀態 1 為起始狀態，法人決定投資但手中無股票，等買入股票一單位後，就移轉到狀態 2 到 7 中。再買一單位就進入拉抬與洗盤期或出貨期。狀態 7 為停損狀態。

表二：拉抬與洗盤期狀態表

賣壓	賣壓小	賣壓大
平均報酬率		
18% ≤ 報酬率 (平均報酬以 20% 代表)	狀態 25 (出貨期)	狀態 25 (出貨期)
14% ≤ 報酬率 < 18% (平均報酬為 16% )	狀態 8	狀態 15
10% ≤ 報酬率 < 14% (平均報酬為 12% )	狀態 9	狀態 16
6% ≤ 報酬率 < 10% (平均報酬為 8% )	狀態 10	狀態 17
2% ≤ 報酬率 < 6% (平均報酬為 4% )	狀態 11	狀態 18
-2% ≤ 報酬率 < 2% (平均報酬為 0% )	狀態 12	狀態 19
-6% ≤ 報酬率 < -2% (平均報酬為 -4% )	狀態 13	狀態 20
報酬率 ≤ -6% 以下 (平均報酬以 -8% 代表)	狀態 14 (停損)	狀態 21 (停損)

註：上表說明拉抬與洗盤期狀態表，其中最上面一列，代表最高的報酬率水準，進入此狀態，就進入出貨期；最下面一列的狀態，代表停損的報酬率水準，法人將拋出所有手中持股；以上兩種狀態為吸收 (absorbing) 狀態一旦進入將不再離開。其他狀態，分表不同的報酬率水準及賣壓水準，狀態間可以互相移轉。

表三：出貨期狀態表

持有股票單位 平均報酬率	0 單位	1 單位	2 單位
30% ≤ 報酬率 (平均報酬以 32% 代表)	狀態 34	狀態 28	狀態 22
26% ≤ 報酬率 < 30% (平均報酬為 28% )	狀態 35	狀態 29	狀態 23
22% ≤ 報酬率 < 26% (平均報酬為 24% )	狀態 36	狀態 30	狀態 24
18% ≤ 報酬率 < 22% (平均報酬為 20% )	狀態 37	狀態 31	狀態 25
14% ≤ 報酬率 < 18% (平均報酬為 16% )	狀態 38	狀態 32	狀態 26
報酬率 ≤ 14% 以下 (平均 報酬以 12% 代表)	狀態 39	狀態 33 (停損)	狀態 27 (停損)

註：上表示說明出貨期的各個狀態，依照持股單位及報酬率水準予以分類，本其狀態將由持股較多的移轉入持股較少的狀態，終至無持股狀態。值得注意的是，本文設定能移轉到出貨期的其中一個狀態：進貨期、拉抬與洗盤期都可以直接移轉到出貨期，例如拉抬與洗盤期可以移轉到出貨期狀態 22。至於各期移轉到出貨期哪個狀態，端視當初法人設定進貨期、拉抬與洗盤期的最高報酬率水準及持股單位而定。

表四:各期可用策略及成本表

進貨期				
策略 編號	策略名稱	成本	動作	進(出) 貨量
1	壓低進貨	2%	逢股價低就買進，逢高就賣出部份 股票	1 單位
2	持續買進	3%	不管成本一直買進	1 單位
3	停損殺出	14%	不管價格賣出所有股票	出清
拉抬與洗盤期				
4	拉升股價	2%	先買後賣，將股價拉高	不變
5	向下洗盤	3%	先賣出股票、打壓股價，使投資人 賣出股票	不變
6	停損殺出	14%	將手中持股拋出，退出這檔股票	出清
出貨期				
7	拉高出貨	2%	逢股價低就買進，逢高就賣出部份 股票	1 單位
8	觀望	0%	不做任何事，靜觀其變	不變
9	殺低出貨	不設定 成本	將手中持股拋出，退出這檔股票	出清

註：上表說明各期可用的策略、策略的定義、策略成本及策略的買進或賣出數量。例如法人使用策略 1 壓低進貨，會逢股價低就買進，逢高就賣出部份股票，期使能以較低成本買進一單位金額的股票，但是該策略施行時會有平均的成本，本文設定約佔 2%。而類似的策略，其成本可做不同的設定，或可以在移轉機率矩陣座不同設定，例如策略 3, 6, 9 都是一次部計代價賣出所有持股，策略相似，但本文設定策略 3, 6 成本為持股比例乘 14，但策略 9 則不設定成本，隱含成本於移轉機率中（詳見表 12）。

表五：各狀態可用策略表

狀態	1	2	3	4	5
策略	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
狀態	6	7	8	9	10
策略	1,2	3	4,5	4,5	4,5
狀態	11	12	13	14	15
策略	4,5	4,5	4,5	6	4,5
狀態	16	17	18	19	20
策略	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
狀態	21	22	23	24	25
策略	6	7,8,9	7,8,9	7,8,9	7,8,9
狀態	26	27	28	29	30
策略	7,8,9	9	7,8,9	7,8,9	7,8,9
狀態	31	32	33	34	35
策略	7,8,9	7,8,9	9	無	無
狀態	36	37	38	39	
策略	無	無	無	無	

註：上表說明各個狀態可使用的策略，其中各期可用的策略不同，同期各狀態使用策略也有所不同，例如進貨期的策略1到3(詳見表四)，狀態1可用策略1及策略2，狀態7只可使用策略3。而狀態35到39，因為是吸收狀態(零持股，此時投資專案終止)，所以無策略。策略代號見表四。

表六：策略一「壓低進貨」移轉機率表

移轉到 起始	狀態 4	狀態 5	狀態 6	狀態 7	狀態 9	狀態 10	狀態 11	狀態 12	狀態 13	狀態 14	狀態 25
狀態 1	0.1	0.2	0.55	0.15							
狀態 2					0.4	0.3	0.2				0.1
狀態 3						0.1	0.2	0.5	0.2		
狀態 4							0.1	0.2	0.5	0.2	
狀態 5								0.3	0.55	0.15	
狀態 6									0.3	0.7	

註：上表說明使用各狀態使用策略一的移轉情形，進貨期的狀態因而可能移轉到拉抬與洗盤期或出貨期，例如狀態 2 因而移轉到狀態 10（拉抬與洗盤期）的機率為 0.3，移轉到狀態 25（出貨期）機率為 0.1。移轉狀態機率未列出者，機率為 0。

表七：策略二「持續買進」移轉機率表

移轉到 起始	狀態 2	狀態 3	狀態 4	狀態 5	狀態 8	狀態 9	狀態 10	狀態 11	狀態 12	狀態 13	狀態 25
狀態 1	0.2	0.5	0.2	0.1							
狀態 2					0.2	0.1	0.1				0.6
狀態 3					0.4	0.2	0.1	0.1			0.2
狀態 4					0.2	0.4	0.2	0.1			0.1
狀態 5						0.1	0.1	0.5	0.2	0.1	
狀態 6						0.1	0.2	0.4	0.2	0.1	

註：上表說明使用各狀態使用策略二的移轉情形，進貨期的狀態因而可能移轉到拉抬與洗盤期或出貨期，例如狀態 2 因而移轉到狀態 10（拉抬與洗盤期）的機率為 0.1，移轉到狀態 25（出貨期）機率為 0.6。未列出移轉狀態機率者，機率為 0。

表八：策略四「拉升股價」移轉機率表

起始 \ 移轉到	狀態 8	狀態 9	狀態 10	狀態 11	狀態 12	狀態 13	狀態 14	狀態 15	狀態 16	狀態 17	狀態 18	狀態 19	狀態 20	狀態 25
狀態 8	0.05							0.05						0.9
狀態 9	0.4	0.05						0.05	0.2					0.3
狀態 10	0.2	0.4	0.05					0.05	0.2	0.05				0.05
狀態 11	0.05	0.2	0.4	0.05					0.05	0.2	0.05			
狀態 12		0.05	0.2	0.4	0.05					0.05	0.2	0.05		
狀態 13			0.05	0.2	0.4	0.05					0.05	0.2	0.05	
狀態 15	0.05							0.05						0.9
狀態 16	0.05	0.2						0.4	0.05					0.3
狀態 17	0.05	0.2	0.05					0.2	0.4	0.05				0.05
狀態 18		0.05	0.2	0.05				0.05	0.2	0.4	0.05			
狀態 19			0.05	0.2	0.05				0.05	0.2	0.4	0.05		
狀態 20				0.05	0.2	0.05				0.05	0.2	0.4	0.05	

註：上表說明使用各狀態使用策略四的移轉情形。如狀態 9 可移轉到賣壓小或賣壓大的狀態、或移轉入出貨期。未列出移轉狀態機率者，機率为 0。

表九：策略五「向下洗盤」移轉機率表

起始 \ 移轉到	狀態 8	狀態 9	狀態 10	狀態 11	狀態 12	狀態 13	狀態 14	狀態 15	狀態 16	狀態 17	狀態 18	狀態 19	狀態 20	狀態 21	狀態 25
狀態 8	0.2	0.1						0.3	0.1	0.1					0.2
狀態 9	0.1	0.2	0.1						0.1	0.4	0.1				
狀態 10		0.1	0.2	0.1						0.1	0.4	0.1			
狀態 11			0.1	0.2	0.1						0.1	0.4	0.1		
狀態 12				0.1	0.2	0.1						0.1	0.4	0.1	
狀態 13					0.05	0.25	0.1						0.05	0.5	0.05
狀態 15	0.3	0.1	0.1					0.2	0.1						0.2
狀態 16		0.1	0.4	0.1				0.1	0.2	0.1					
狀態 17			0.1	0.4	0.1				0.1	0.2	0.1				
狀態 18				0.1	0.4	0.1				0.1	0.2	0.1			
狀態 19					0.1	0.4	0.1				0.1	0.2	0.1		
狀態 20						0.05	0.5	0.05				0.05	0.25	0.1	

註：上表說明使用各狀態使用策略五的移轉情形。如狀態 8 可移轉到賣壓小或賣壓大的狀態、或移轉入出貨期。未列出移轉狀態機率者，機率为 0。

表十：策略七「拉高出貨」移轉機率表

移轉到 起始	狀態 28	狀態 29	狀態 30	狀態 31	狀態 32	狀態 33	狀態 34	狀態 35	狀態 36	狀態 37	狀態 38	狀態 39
狀態 22	0.9	0.1										
狀態 23	0.6	0.3	0.1									
狀態 24	0.3	0.3	0.3	0.1								
狀態 25		0.3	0.3	0.3	0.1							
狀態 26			0.3	0.3	0.3	0.1						
狀態 28							0.9	0.1				
狀態 29							0.6	0.3	0.1			
狀態 30							0.3	0.3	0.3	0.1		
狀態 31								0.3	0.3	0.3	0.1	
狀態 32									0.3	0.3	0.3	0.1

註：上表說明使用各狀態使用策略七的移轉情形。如狀態 25 賣出股票一單位後，移轉到持股較少的狀態，並較能維持高股價。未列出移轉狀態機率者，機率為 0。

表十一：策略八「觀望」移轉機率表

移轉到 起始	狀態 22	狀態 23	狀態 24	狀態 25	狀態 26	狀態 27	狀態 28	狀態 29	狀態 30	狀態 31	狀態 32	狀態 33
狀態 22	0.9	0.1										
狀態 23	0.2	0.6	0.2									
狀態 24		0.2	0.6	0.2								
狀態 25			0.2	0.6	0.2							
狀態 26				0.2	0.6	0.2						
狀態 28							0.9	0.1				
狀態 29							0.2	0.6	0.2			
狀態 30								0.2	0.6	0.2		
狀態 31									0.2	0.6	0.2	
狀態 32										0.2	0.6	0.2

註：上表說明使用各狀態使用策略八的移轉情形。如在狀態 25 觀望而不買賣股票時，會維持在原報酬率上下。未列出移轉狀態機率者，機率為 0。

表十二：策略九「殺低出貨」移轉機率表

起始 \ 移轉到	狀態 34	狀態 35	狀態 36	狀態 37	狀態 38	狀態 39
狀態 22	0.2	0.6	0.2			
狀態 23		0.2	0.6	0.2		
狀態 24			0.2	0.6	0.2	
狀態 25				0.2	0.6	0.2
狀態 26					0.2	0.8
狀態 27						1
狀態 28	0.2	0.6	0.2			
狀態 29		0.2	0.6	0.2		
狀態 30			0.2	0.6	0.2	
狀態 31				0.2	0.6	0.2
狀態 32					0.2	0.8
狀態 33						1

註：上表說明使用各狀態使用策略九的移轉情形，將一次賣出所有股票，並移轉到零持股的吸收狀態中。未列出移轉狀態機率者，機率為0。

表十三：極大瞬間報酬的最佳策略

狀態	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
策略	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4
狀態	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
策略	4	4	4	6	4	4	4	4	4	4
狀態	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
策略	6	8	8	7	7	7	9	8	8	7
狀態	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
策略	7	7	9	0	0	0	0	0	0	
起始於狀態一的長久運作期望值（狀態一的 $V_i^{k^i}(T)$ 值）								11.94 %		

註：在表十三中說明以極大化式（1）時，即法人只追求瞬間報酬極大時，各狀態的最佳策略：除了停損狀態設定只能使用停損策略外，在進貨期都是策略二「持續買進」，拉抬與洗盤期都是策略四「拉升股價」，在出貨期除了報酬率較高的狀態（狀態 22、23、28、29）使用策略八「觀望」外，都是使用策略七「拉高出貨」，而若在固定使用這組策略下，在機率趨於穩定時，法人進行這項投資，預期將有 11.94 % 的收益（將求得的  $g_i$ 、 $v_i^{k^i}$  代入式（5） $V_i^{k^i}(T) = Tg + v_i^{k^i}$  中）。

表十四：極大長久報酬所得最佳策略

狀態	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
策略	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4
狀態	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
策略	4	4	4	6	4	4	4	4	4	4
狀態	21	22	23*	24	25	26	27	28	29*	30
策略	6	8	7*	7	7	7	9	8	7*	7
狀態	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
策略	7	7	9	0	0	0	0	0	0	
起始於狀態一的長久運作總期望值（狀態一的 $V_i^{k^i}(T)$ 值）								12.78%		

註：表十四說明法人追求極大化長久運作報酬時（極大化式（10）），各狀態的最佳策略：除了停損狀態設定只能使用停損策略外，在進貨期都是策略二「持續買進」，拉抬與洗盤期都是策略四「拉升股價」，在出貨期除了報酬率最高的狀態（狀態 22、28）使用策略八「觀望」外，都是使用策略七「拉高出貨」。而本表策略與表十三不同處在狀態 23、29 改用策略七，並以\*標示在表十四中。若在固定使用這組策略下，在機率趨於穩定時，法人進行這項投資，預期將有 12.78% 的收益，較表十三的策略 11.94% 為佳（將求得的  $g_i$ 、 $v_i^{k^i}$  代入式（5） $V_i^{k^i}(T) = Tg + v_i^{k^i}$  中）。