

MACD指標慣用參數適用於台灣股市之研究

蔡承運

長庚大學資訊管理學系學士論文

摘要

指數平滑異同平均線(MACD)指標是技術分析中最常被投資者使用，且應用方式最簡單的技術指標之一。MACD指標於1970年被提出以及應用，然而其慣用參數雖為(12, 26, 9)，但許多投資網站卻提供自由調整參數的服務，可見有許多投資者認為此慣用參數並非最佳參數。因此，慣用參數(12, 26, 9)是否適用於當今台灣的股票市場是個值得討論的問題。本研究以2014/01/02~2019/01/02的台灣50指數成分股的收盤價資料進行電腦模擬實驗，並使用窮舉法來觀察參數變化對MACD指標交易預測能力的影響。最後利用期望報酬率作為台灣50指數成分股選擇各自最佳參數的標準。最後的45組實驗組合中，並無一組的最佳參數為(12, 26, 9)，因此在台灣50指數成分股的交易環境下，MACD指標的慣用參數(12, 26, 9)或許並非最佳參數。對於最佳參數的定義方法會影響最終產出的實驗結果，本研究所使用的期望報酬率會偏好找出交易次數較少的實驗組合，並不滿足所有投資者的需求，因此對於最佳參數的定義還需進行進一步的探討。

壹、緒論

股票投資者為增加投資的獲益機率，經常使用技術分析來作為參考買賣的信號。而技術分析中又以利用長短週期交叉作為買賣信號的指標最為泛用，如MA、KD、RSI以及MACD。不同指標對於長短線（週期）的計算方式皆有所不同，也各自有其慣用的參數。然而，值得討論的是，台灣股市近幾十年經歷亞洲金融風暴等多次股市崩盤，股市環境早已不同以往，這些被絕大多數投資者、投資網站所使用的參數是否仍適用於台灣近年的股票市場。MACD指標為應用方式最為簡單，且最常被使用的技術分析指標之一（Li & Yu, 2008），因此本研究將針對MACD的慣用參數是否適用於台灣近幾年的股票市場進行探討。MACD指標被絕大多數投資者所慣用的參數為（12, 26, 9）（Murphy, 1999），此慣用參數是否適合現今台灣股市是個值得探討的問題。然而不同類型的投資者對於最佳參數的需求皆有所不同，偏好長線交易的投資者考慮的是市場整體的趨勢是否樂觀，會持續持有個股直到該股票到達長線投資者所認為的頂峰再賣出，因此指標的長短均線應相對平滑，且需要的交易信號較少。而短線交易者尋求在短期波段間進行買賣，就算市場整體的走勢疲弱也會利用股價的反彈進場獲利，因此指標的均線應更加浮動（貼近股價），且需要的交易信號較多。有鑒於不同投資者對最佳參數定義的不同，因此本研究將在台股近幾年的資料下進行模擬交易，並觀察MACD的慣用參數（12, 26, 9）對於台股投資者來說是否為最佳參數。

貳、文獻探討

在現有文獻中對於MACD的參數調整有用窮舉法在數值範圍內以正整數窮舉參數，以及以隨機方法最佳化參數的遺傳演算法（Genetic Algorithm, GA）兩種。其中Wiles 與 Enke（2015）所使用的資料為CME 2014年的大豆期貨交易資料，並利用遺傳演算法進行參數的最佳化。顏昱仁（2014）與本研究同樣使用台股資料進行交易模擬，該研究利用遺傳演算法對多個技術指標的參數進行最佳化，並以報酬率作為目標函數之依據。而使用窮舉法對MACD參數進行最佳化的則有姜國彥（2018）以及李易桐（2018）的研究。兩研究分別對滬深300指數以及黃金期貨進行模擬，而李易桐的研究除了使用窮舉法外也用了遺傳演算法進行參數最佳化。從過去的研究文獻可知，遺傳演算法是非常受歡迎的最佳化參數演算法。使用遺傳演算法的研究中對於參數的調整甚至到達了小數點後第三位，舉例來說，Wiles 與 Enke（2015）的研究中其中一個最佳化參數為（6.866, 33.812, 4.575）。因此在參數包含小數點後幾位的情況下，相較於窮舉法，遺傳演算法無疑是非常有效率的最佳化方式。然而，股票市場為以天為單位的資料，且在本研究中計算MACD指標所需用到的資料只有每日的收盤價，並非連續變數，再考慮到計算移動平均時若使用非整數值作為參數會偏離原本參數的意義，使用非整數數值計算MACD指標可能不合理，因此本研究所調整的參數皆為正整數。考慮到本實驗調整的參數皆為正整數，且最大參數為（30, 51, 50），所需調整的參數組合數量遠小於 2^{30} 個，不需使用遺傳演算法（Whitley, 1994），因此本實驗所採用的參數調整方法為窮舉法。

參、方法論

一、EMA

EMA (Exponential Moving Average) 為計算MACD指標之基礎，為MA (Moving Average) 的其中一個類別。計算EMA需要一個參數，其計算方式如下 (Hunter, 1986)：

$$EMA_t(Y, x) = \alpha Y_t + (1 - \alpha) EMA_{t-1} \quad , \alpha = 2 / (x + 1) \quad , x \geq 1 \quad (1)$$

其中 x 為要帶入EMA的參數，常被解釋為天數， Y 代表帶入的資料為 Y ，舉例來說， $EMA_t(close, 12)$ ，代表帶入的資料為收盤價且參數為12 (12天)。 Y_t 為資料 Y 在時間為 t 之實際數值， EMA_{t-1} 為時間為 $t-1$ 之EMA數值。

α 在此處為EMA的平滑係數 (Smoothing Constant) (Crowder, 1987)。從 (1) 式可以觀察到當 α 等於1時，所有權重都會集中在時間為 t 的數值 (股價) 上，也就是此時的 $EMA_t = Y_t$ ，因此 α 等於1時的EMA的曲線波動最為劇烈。而當 α 趨近於0時，時間為 t 的數值所分配到的權重非常小，此時EMA所受到現在數值 (股價) 所影響的程度也很小，因此當 α 越接近0，EMA的曲線越平滑。若有前一日EMA的資料，則可由 (1) 式計算出今日的EMA值，但為進行模擬交易，需要計算出EMA的初始值，以下為本研究用於計算EMA初始值的方法推導。將 (1) 式展開可得 (Roberts, 1959)：

$$EMA_t(x) = \alpha \left[Y_t + (1 - \alpha) Y_{t-1} + (1 - \alpha)^2 Y_{t-2} + \dots + (1 - \alpha)^n Y_{t-n} \right] \quad , n \rightarrow \infty \quad (2)$$

假設忽略第 k 天及之後的數值，則被忽略的數值權重加總可表示如下：

$$\alpha \left[(1 - \alpha)^k + (1 - \alpha)^{k+1} + \dots + (1 - \alpha)^n \right] \quad , n \rightarrow \infty \quad (3)$$

由於 n 趨近於無限，(3) 式等於 $(1 - \alpha)^k$ 。又假設忽略的權重總和為0.001 (EMA包含99.9%的加權)，則：

$$k = \ln(0.001) / \ln(1 - \alpha) \quad (4)$$

由泰勒級數展開 $\ln(1 - \alpha) = -\alpha - \alpha^2/2 - \alpha^3/3 - \dots$ 可知當 $\alpha \rightarrow 0$ 時 ($x \rightarrow \infty$ 時)， $\ln(1 - \alpha) \rightarrow -\alpha$ ，因此，當 $\alpha \rightarrow 0$ 時 (4) 式可表示為：

$$k \approx \ln(0.001) / -\alpha \quad (5)$$

由於 $\alpha = 2 / (x + 1)$ (由 (1) 式定義)，帶入 (5) 式可得：

$$k \approx [3.45(x + 1)] + 1 \quad ([] \text{為高斯符號}) \quad (6)$$

由 (6) 式可知，若要計算EMA(12)，則計算時所要帶入的天數為 $[3.45(12 + 1)] + 1 \approx 45$ 天（從 Y_{t-45} 開始忽略， $Y_t \sim Y_{t-44}$ 共45天）。計算公式可表示如下：

$$EMA_t(12) = 2/13 \left[Y_t + (11/13) Y_{t-1} + (11/13)^2 Y_{t-2} + \dots + (11/13)^{44} Y_{t-44} \right]$$

二、MACD指標

MACD (Moving Average Convergence-Divergence) 指標為Gerald Appel在1970年末所發明的指標，並成為當時長期、短期投資者中最為泛用的技術分析工具。MACD指標適用於任意時間區間的資料，無論是對於幾個月、幾年的長期分析，或是幾天、以及甚至是以分鐘為單位的短期分析都十分合適 (Appel, 2005, p. 165)。MACD指標的名稱中，MA代表的是MACD指標具有移動平均的概念，而當今資料中可以查到不同投資者對於CD (Convergence-Divergence) 的解釋卻各有不同。MACD指標的發明者Gerald Appel (2005, p. 168) 對於Covergence以及Divergence的解釋則為：由於短期的移動平均會與長期移動平均背離 (diverge) 以及聚合 (converge)，因此此指標才會被命名為MACD。MACD指標主要由三個部分所構成，分別為DIF、MACD以及Histogram (中文慣用稱呼)。其中DIF在英文文獻中多被稱為MACD，而MACD則多被稱為Signal或MACD Signal，本文將以中文之慣用用法為主。若假設MACD指標的參數為慣用參數 (12, 26, 9)，則其中時間為t的DIF計算方式如下：

$$DIF_t = EMA_t(close, 12) - EMA_t(close, 26) \quad (7)$$

也就是將EMA帶入第一、第二個參數後相減（短期指數移動平均減長期指數移動平均），且在本研究中所使用的資料為股票的收盤價 (close price)。在慣用參數 (12, 26, 9) 下，時間為t的MACD計算方式為：

$$MACD_t = EMA_t(DIF, 9) \quad (8)$$

可知MACD的計算方式就是將EMA帶入第三個參數，而使用的資料為已求出的DIF。計算出DIF及MACD後就能計算Histogram，其公式如下：

$$Histogram_t = DIF_t - MACD_t \quad (9)$$

可知Histogram就是DIF與MACD相減（短期移動平均減長期移動平均）。在歷經數十年的發展，MACD指標被投資者開發出許多不同的交易方式，如當股價出現新高，但此時的DIF並非新高時產生頂背離訊號 (Positive Divergence)，被認為是股票趨勢的反轉 (Kannan et al., 2010)。也有投資者將DIF由負轉正作為買入訊號，由正轉負作為賣出訊號 (Chong & Ng, 2008)。本研究中所採用的交易方式為將Histogram由負轉正時產生的黃金交叉 (Bullish Crossover) 作為買入訊號，由正轉負時產生的死亡交叉 (Bearish Crossover) 作為賣出訊號 (Yazdi & Lashkari, 2013)。圖 3-1為Amazon的股價資料以及使用慣用參數 (12, 26, 9) 所繪製出的MACD指標其中黑線為DIF線，紅線為MACD線，圖中黑線向上突破紅線則為買入訊號。

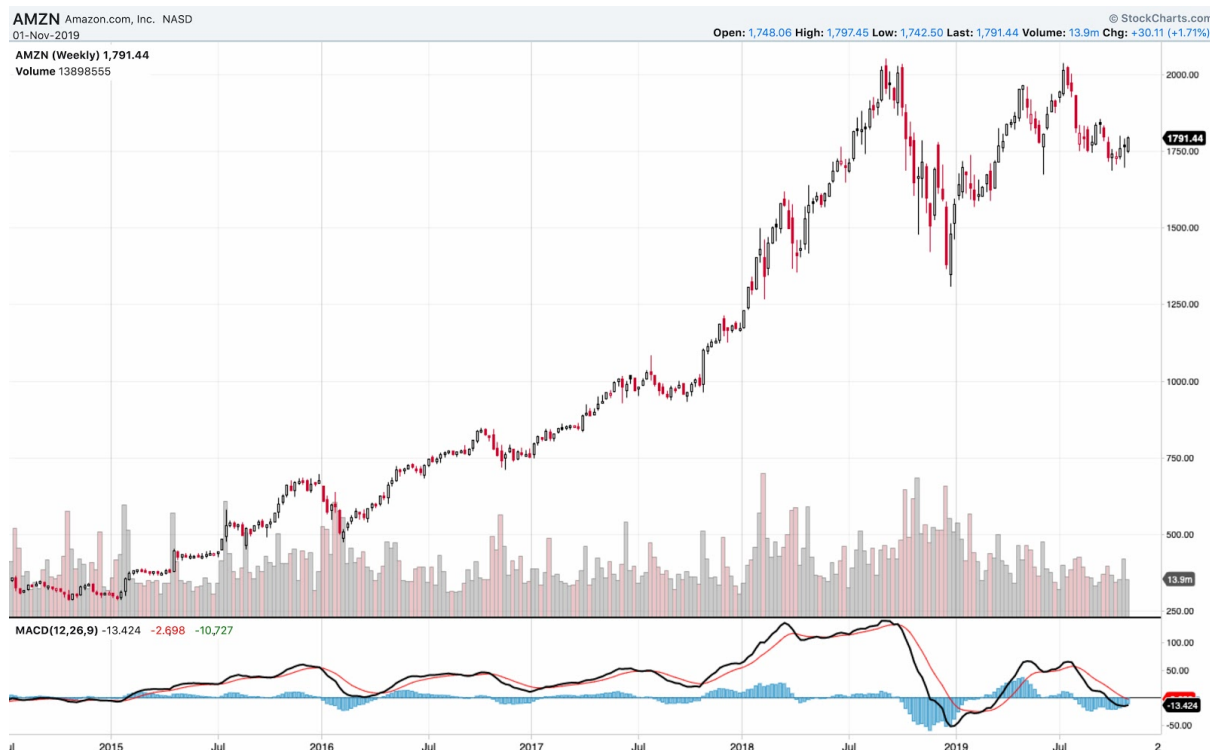


圖 3-1、Amazon之股價資料及參數為（12, 26, 9）之MACD指標

肆、研究方法

一、股票選擇

台灣50指數（FTSE TWSE Taiwan 50 Index）為台灣證券交易所與富時指數共同編製之指數。台灣50指數的編成以市值、公眾流通量（Free Float）以及流動性檢驗作為檢核標準，從台灣證交所上市股票中選取50支股票作為其成份股，並於每年的三月、六月、九月、十二月進行審核（TWSE & FTSE, 2019）。由於台灣50指數為市值排名前50的上市公司，足以充分代表台灣的股票市場，因此本研究將以台灣50指數的成分股進行模擬交易。然而，由於台灣50指數中（資料來源：元大投信），台灣高鐵（2633）、日光光股控（3711）、上海商銀（5876）分別於2016年10月27日、2018年4月30日、2018年10月19日在台灣證券交易所上市，其股價資料不足五年，因此將不會被納入本研究模擬交易的資料中。而南亞科（2408）在2014年4月經歷減資、9月9日換發新股上市，因此收盤價從9月5日的8.1元上升至9月9日的75.5元，非正常之交易環境，因此也將不納入本研究模擬交易的資料中。國巨（2327）也在2014年10月9日完成減資重新上市，收盤價從10月8日的22.05元上升至10月9日的48.51元，因此亦將不納入本研究模擬交易的資料中。根據上述，本研究實際採用的資料為從台灣50指數成分股中剔除上述5間公司的45支股票，時間為2014年1月2日到2019年1月2日的收盤價。台灣50指數的成分股資料以及股票的收盤價資料皆為2019年10月6日取得。股票的收盤價資料是在經濟新報資料庫上取得。

二、參數調整

MACD指標的慣用參數為(12, 26, 9)，其中第一個參數12所代表的意義為兩個禮拜的交易天數（將一禮拜視為有6個交易天數），而第二個參數26的意義為一個月的交易天數，最後一個參數9為一個半禮拜的交易天數（ForexAbode.com, n.d.）。由此可知在MACD指標的參數中，第二個參數大致的概念為第一個參數的兩倍時間。回頭來看MACD指標的公式，慣用參數中，DIF為兩個禮拜的移動平均減掉四個禮拜的移動平均，可知DIF的意義為短期均線減長期均線，若近期股票之收盤價大幅上漲，由於短期均線受近期資料影響權重較大，DIF的數值也會有著可觀的上升，因此若DIF數值由負轉正，代表短期的股價趨勢向上衝破長期的股價趨勢。同樣以慣用參數來看，MACD的意義為DIF再取一個半禮拜的移動平均，有著對DIF數值再次做平滑修正的效果，因此相對於只使用DIF作為買賣信號的參考，使用DIF作為短期均線、MACD作為長期均線，根據Histogram的變化作為買賣信號，可以避免投資時被短期股票走勢過度干擾。然而MACD也有其缺陷，MACD為追求平滑對收盤價做了多次EMA的運算，無可避免的會有指標滯後的效果，因此在慣用參數下，MACD指標對於短期的即時變化常常無法及時反應。參考了上述指標之計算方式及其意義，本研究對指標的參數調整方式分成三個部份分述如下：

（一）第一及第二個參數的差距

MACD指標的第二個參數必然會大於第一個參數，在慣用參數(12, 26, 9)中其差距在天數的意義上為兩個禮拜的交易天數，但在數值上差了超過一倍。為了保證第一及第二個參數之間有足夠大的差距，在窮舉的過程中，本研究設定第二個參數數值至少要比第一個參數大5，因前二參數的最小差距應以一個禮拜的交易天數為單位（在台灣股票市場中，一個禮拜的交易天數為5天）。

（二）第一及第三個參數的最小值

在本研究中所使用的參數調整方式為窮舉法，但若是從1開始窮舉，從參數及指標的意義來看未免十分不合理（假設第一個參數為1，則其意義為由第一個參數所算出來的 $EMA_t(1)$ 會與原始收盤價完全相同）。由於第二個參數至少要比第一個參數大5，因此在三個參數中只需要考慮第一及第三個參數的最小值。在本研究中，此處最小值設定的概念與第一及第二個參數的差距相同，本研究設定第一及第三個參數的最小值皆為5，因為投資者使用均線時所考慮的最小單位應為一個禮拜的交易天數5天，因此第二個參數的最小值為10。

（三）參數的最大值

不同於參數的最小值，由於MACD指標三個參數的意義各有不同，因此對於三個參數的最大值應分開討論。如同前述，第一個參數在慣用參數(12, 26, 9)中代表的是兩個禮拜的交易天數，且在整體MACD指標中的意義為計算短線（DIF）的短期均線，由此可知第一個參數的最大值不應太大，參考到慣用參數的第二個參數26的意義為一個月的交易天數，因此本研究設置第一個參數的最大值為30，代表一個半月的交易天數。在慣用參數中，第二個參數的意義則為一個月的交易天數或是第一個參數的兩倍，但根據EMA的計算方式來看，數值越大其均線的曲線會越趨平滑（可參考（1）式），也就越難產生交易信號，且根據較短期（3年）的交易模擬測試來看，若數值大於50，對以天為單位的股票市場來說，其所產生的交易信號因為數量太少所以幾乎沒什麼參考價值，因此本研究將第二個參數的最大值設為51。最後一個參數對於MACD

指標的意義為最終MACD指標的長期移動平均之參數，應要有足夠的空間供其窮舉，因此本研究將最後一個參數的最大值設為50。

三、交易模擬方法

由MACD指標的計算方式可知，參數越大，所需用來計算EMA初始值的資料量就越多（見（6）式），而本研究對參數進行窮舉，且參數最大值為（30, 51, 50），為保證絕大部分參數都有足夠的交易次數，因此本研究輸入程式的資料為5年（2014/01/02~2019/01/02）。MACD指標的計算方式及交易方式在前面章節皆已有著詳細的說明，然而在實際進行計算時對於資料量的掌握還是有許多細節需要注意。以下將說明本研究以2014/01/02~2019/01/02（五年）的台灣50指數成分股的收盤價來進行交易模擬實驗，到最後產出三年半的交易天數的過程。由（6）式可知，參數不同計算EMA時所需用到的資料天數也不同，所以計算DIF時將以第二個參數（天數較長）的資料量計算DIF。舉例來說，在慣用參數（12, 26, 9）下計算，可由（6）式算得 $EMA_t(12)$ 所需的資料量為45天（包括時間為t的當日）， $EMA_t(26)$ 所需的資料量為94天，假設有200天的資料可供計算，可計算出 $EMA_t(12)$ 的天數為156天，而可計算出 $EMA_t(26)$ 的天數為107天，則最後產出的 DIF_t 天數則為107天。而Histogram是由DIF及MACD算得，且MACD也是使用EMA計算所得，因此在計算MACD及Histogram時也需要考慮資料天數的問題。以慣用參數來看，計算 $MACD_t$ 時由於使用的EMA為 $EMA_t(DIF, 9)$ ，因此所需要的資料量為35天的DIF，承上所述，若DIF的總資料量為107天，則最後可產出的MACD及Histogram為73天。因此若使用慣用參數（12, 26, 9），在總資料量為200天的情況下，最後產出可用於MACD指標的天數為73天，也就是只能用於計算而不能納入MACD指標的資料為127天。由DIF、MACD及Histogram的產出天數可推導出在使用參數為（x, y, z）下，需用於計算的資料天數為：

$$[3.45(y+1)] + [3.45(z+1)] \quad ([] \text{為高斯符號}) \quad (10)$$

本研究中會對MACD指標的參數進行調整，為保證所有參數用以模擬的天數皆相同，不會因為參數的大小而影響模擬交易的可供交易天數，因此會將所有參數的可供交易天數減至與最大參數（只能用於計算的資料天數最多的參數）相同。本研究中所使用的最大參數為（30, 51, 50），從（7）式可知只能用於計算的資料天數為354天（約為1.5年的交易天數）。因此，扣除需用於計算的資料量後，本研究實際進行模擬交易的時間約為3.5年的交易天數。在確認實際的交易天數後，就能開始進行交易的模擬，本研究的交易方式為： $DIF_{t-1} < MACD_{t-1}$ 且 $DIF_t > MACD_t$ 則在時間為t當日產生買入信號，且以一單位的股票為標準買入該股票（假設時間為t、產生買入信號的當日收盤價為20.5元，則模擬交易的程式將買入價值20.5元的一單位該股票），

$DIF_{t-1} > MACD_{t-1}$ 且 $DIF_t < MACD_t$ 則在時間為t當日產生賣出信號，且以一單位的股票為標準賣出該股票。由MACD指標的定義可知，不可能連續產生兩個買入信號或兩個賣出信號，因此整個模擬交易應由若干個買賣信號組成。當然，也有可能在模擬交易的過程中產生的第一個信號為賣出信號，或者產生的最後一個信號為買入信號，本研究將直接忽略此兩種信號。交易模擬的過程中，一個參數組合會產生若干組買賣信號組合，也因此會計算出數量相同於買賣信號組合的報酬率。每次交易的報酬率計算方式為：

$$Return = (Close_b - Close_s) / Close_b \quad (11)$$

其中 $Close_b$ 為買入信號產生時當天的收盤價， $Close_s$ 為賣出信號產生時當天的收盤價。根據此若干個報酬率，每個參數組合會計算出一個期望報酬率以及一個累積報酬率，期望報酬率為所有報酬率的平均值，其計算方式如下：

$$\text{期望報酬率} = (Return_1 + Return_2 + \dots + Return_n) / n \quad (12)$$

公式假設此參數組合經過模擬交易後，總共有n次買賣信號組合， $Return_n$ 為第n次買賣的報酬率。而累積報酬率為所有報酬率加一之後相乘，得到結果再減一的數值。累積報酬率的公式如下：

$$\text{累積報酬率} = (1 + Return_1)(1 + Return_2) \dots (1 + Return_n) - 1 \quad (13)$$

四、交易門檻值與交易次數的設置

在本研究中，以一支股票的收盤價資料對一個參數組合進行交易模擬可以生產出許多次的交易以及其對應的報酬率。然而對於較大的參數，MACD指標會產生較為平滑的移動平均線，也因此越大的參數經過模擬交易後，所產生的交易次數就會越少。MACD指標買入信號產生的意義為短期股價趨勢突破長期股價趨勢，但如果前兩個參數太大且太過相近，且第三個參數過小（如圖 4-1），所產生的長期均線與短期均線太過相近，就算產生了交易信號也不足以表示短期趨勢突破長期的意義。為了去除此類品質較低的交易信號，本研究為交易加上了門檻值。由MACD指標的計算及交易方式可知，MACD指標在時間為t的當日產生買入信號是因為 $DIF_{t-1} < MACD_{t-1}$ 且 $DIF_t > MACD_t$ ，由此可知買入信號的顯著性在於 $DIF_t - MACD_t$ 是否足夠大。而又考慮到不同價格的股票其DIF及MACD的數值也差距很大，因此本實驗以比率的方式對每個參數設置了四個由小到大的門檻值，分別為0.05、0.1、0.15、0.2。加上了門檻值後，交易方式為：當 $Histogram_{t-1} < 0$ 且 $Histogram_t > 0$ 時，測 $DIF_t > MACD_t(1 + T)$ 是否為真（T為門檻值），若為真，則在時間為t當日產生買入信號，且以一單位的股票為標準買入該股票，當 $Histogram_{t-1} > 0$ 且 $Histogram_t < 0$ 時，則在時間為t當日產生賣出信號，且以一單位的股票為標準賣出該股票。除了額外的交易門檻值外，本研究也對各參數的最小交易次數進行限制。不同類型的投資者會有不同的交易策略，而跟據交易策略的不同，交易次數也會有著從一年一次到一天幾次的差距，然而若是交易次數過少，標準差過大，作為實驗的結果無疑是不可信的。由於本研究實際模擬交易的時間為三年半，而一季交易一次對於長期投資者來說太過頻繁，因此本研究設定至少四個月需要交易一次，也就是在三年半的模擬交易內至少要交易十次。實驗所使用之程式碼附於附錄A，若有興趣歡迎參考利用。

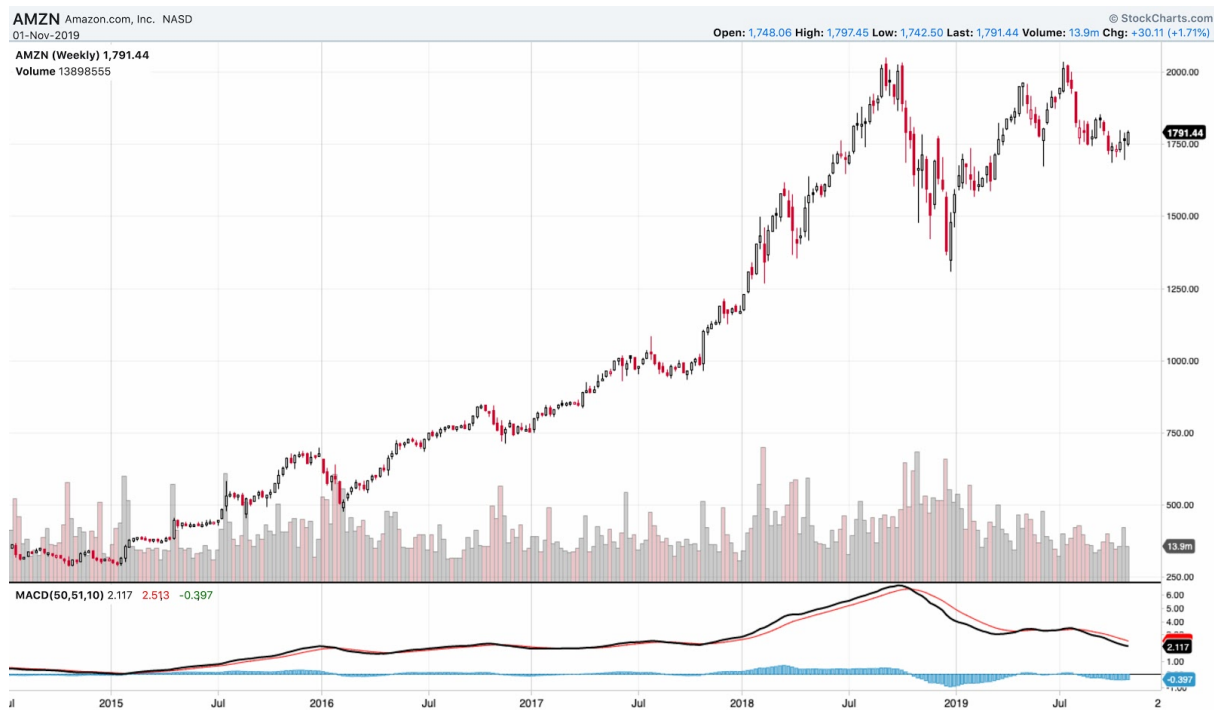


圖 4-1、Amazon之股價資料及參數為（50, 51, 10）之MACD指標

伍、實驗結果

經過交易模擬後，每支股票會分別對應加上四個門檻值後的結果以及沒有加上交易門檻的原始結果，門檻值的最小值為5%，且以5%為單位遞增。每個股票資料會找出在其對應的交易門檻值下，有著最大期望報酬的參數以及有著最大累積報酬的參數。最後會產出225個模擬交易的結果（45支股票乘以5，四個交易門檻值加上原始數值），每個結果會有其對應的最大期望報酬的參數以及最大累積報酬的參數，其中包含累積報酬率以及交易門檻值的實驗結果將附於附錄B中，在此本研究只針對無門檻值的實驗結果進行分析。從實驗結果來看，45支股票無門檻值的期望報酬率，共45組實驗組合，並沒有一組的最佳參數為慣用參數（12, 26, 9），結果如表5-1所示。另外，本研究對每組股票的最大期望報酬之每次交易報酬率及慣用參數之每次交易報酬率進行t檢定，結果如表5-2所示，在45組檢定中有20組之p-value小於0.05。

股票名稱	最大期望報酬之參數	最大期望報酬	慣用參數（12, 26, 9）之期望報酬	最大期望報酬之交易次數	慣用參數（12, 26, 9）之交易次數
研華	30,49,38	0.03071087811	-0.01176733452	14	40
廣達	23,28,47	0.03767919778	-0.001201753109	14	34

華碩	16,45,11	0.02376616011	-0.006406132348	27	37
台積電	22,51,47	0.05755141826	0.007367457456	12	40
合庫金	23,45,49	0.02962091171	-0.005283838903	10	33
中租-KY	30,42,50	0.05536536606	-0.009570602137	13	29
第一金	30,50,37	0.01918733746	0.003005472607	13	36
中信金	15,49,41	0.04197484875	-0.003752017691	13	32
永豐金	20,47,49	0.02620487781	-0.00640908665	14	31
新光金	22,40,44	0.03138294699	-0.007873661594	14	29
台新金	24,48,33	0.03080956866	-0.002398395783	11	37
兆豐金	28,45,49	0.02631153303	-0.001889913929	12	37
元大金	16,49,15	0.0243196395	-0.01283810823	23	32
玉山金	22,28,23	0.01612913028	-0.004215611137	23	47
鴻海	28,47,38	0.02887723857	-0.0009296269262	14	32
開發金	24,41,33	0.04777787123	-0.0008691200254	11	35
國泰金	27,32,38	0.02490906549	-0.005503475072	15	35
富邦金	20,30,50	0.03959084315	-0.005680781406	13	35
華南金	25,46,44	0.02176351833	-0.005170186152	13	34
中壽	22,46,50	0.06620349086	-0.003710613254	10	31
彰銀	9,39,39	0.0184754244	-0.0005378125614	17	38
豐泰	21,33,30	0.1205557669	-0.001656855203	15	38
寶成	30,51,49	0.05806627718	0.0000027170837	11	45
台塑化	20,39,28	0.04358068338	0.01169508248	17	37
統一超	28,50,50	0.05757394861	-0.01189459385	11	37
台達電	27,48,42	0.02056035612	-0.002216799942	11	39
和泰車	30,50,46	0.03171508727	0.002106391089	11	30
正新	25,36,49	0.04006818658	-0.007710523168	10	36
中鋼	25,42,38	0.02642610839	-0.0001715002905	13	38
遠東新	28,42,49	0.01823631499	-0.01069531056	12	32
台化	30,49,45	0.04887717127	0.001361515576	10	42

南亞	27,41,35	0.032162517	-0.005342406339	14	34
台塑	29,39,43	0.02814030549	0.004995513279	18	39
統一	19,25,30	0.02707888168	0.008025215189	23	44
亞泥	13,31,12	0.00590340164	-0.00487756626	26	37
聯電	16,48,44	0.05744437297	0.0005584547207	11	37
台泥	21,26,41	0.02593758421	-0.009092899515	14	32
和碩	18,28,32	0.03811865442	0.005629849154	18	36
遠傳	27,47,49	0.0255451946	-0.004561435683	14	38
台灣大	29,41,47	0.02714761605	0.001772039217	10	40
大立光	24,30,38	0.08724071009	0.02665904777	12	32
可成	19,45,38	0.06163960222	0.007203902233	15	32
聯發科	27,49,21	0.05065176217	0.002691106523	13	39
中華電	26,38,42	0.0144433176	0.001220404379	12	33
光寶科	25,49,50	0.03897207538	0.0002729312154	11	32

表 5-1、實驗結果

股票名稱	最大期望報酬之參數	最大期望報酬之交易次數	慣用參數（12, 26, 9）之交易次數	<i>p-value</i>
研華	30,49,38	14	40	0.02874489563
廣達	23,28,47	14	34	0.09282508277
華碩	16,45,11	27	37	0.00463515487
台積電	22,51,47	12	40	0.003417855444
合庫金	23,45,49	10	33	0.03542711833
中租-KY	30,42,50	13	29	0.02178918946
第一金	30,50,37	13	36	0.08389911948
中信金	15,49,41	13	32	0.008980068635
永豐金	20,47,49	14	31	0.02670322135
新光金	22,40,44	14	29	0.059757058

台新金	24,48,33	11	37	0.1666900313
兆豐金	28,45,49	12	37	0.07991997978
元大金	16,49,15	23	32	0.00004663184435
玉山金	22,28,23	23	47	0.002526109247
鴻海	28,47,38	14	32	0.06056800875
開發金	24,41,33	11	35	0.02149624063
國泰金	27,32,38	15	35	0.0913649881
富邦金	20,30,50	13	35	0.1030894176
華南金	25,46,44	13	34	0.01789269018
中壽	22,46,50	10	31	0.03957769892
彰銀	9,39,39	17	38	0.1130974671
豐泰	21,33,30	15	38	0.02938408278
寶成	30,51,49	11	45	0.04960219157
台塑化	20,39,28	17	37	0.06834508851
統一超	28,50,50	11	37	0.0003088026742
台達電	27,48,42	11	39	0.1711347865
和泰車	30,50,46	11	30	0.1317974272
正新	25,36,49	10	36	0.1567683391
中鋼	25,42,38	13	38	0.0840340188
遠東新	28,42,49	12	32	0.03542759494
台化	30,49,45	10	42	0.06581840478
南亞	27,41,35	14	34	0.03499076364
台塑	29,39,43	18	39	0.02196165175
統一	19,25,30	23	44	0.02804745191
亞泥	13,31,12	26	37	0.230010768
聯電	16,48,44	11	37	0.05250160094
台泥	21,26,41	14	32	0.09726302117
和碩	18,28,32	18	36	0.1357989276
遠傳	27,47,49	14	38	0.02382647815

台灣大	29,41,47	10	40	0.1065760695
大立光	24,30,38	12	32	0.08506839561
可成	19,45,38	15	32	0.1688861618
聯發科	27,49,21	13	39	0.0530273384
中華電	26,38,42	12	33	0.158292338
光寶科	25,49,50	11	32	0.1749062211

表 5-2、t檢定之結果

陸、結論

MACD指標為當今最泛用的股票技術指標之一，然而其慣用參數雖為(12, 26, 9)，但許多投資網站卻提供自由調整參數的服務，可見有許多投資者認為此慣用參數並非最佳參數。因此，慣用參數(12, 26, 9)是否適用於當今台灣的股票市場是個值得討論的問題。由本研究的實驗結果可觀察到，最大累積報酬參數，並沒有一組為(12, 26, 9)，因此在台灣50指數成分股的交易環境下，MACD指標的慣用參數(12, 26, 9)或許並非最佳參數。由於假設檢定的結果有些實驗p-value大於0.05，有些小於0.05，因此對於p-value小於0.05的實驗所對應的股票，投資者應改變參數使用MACD指標，而大於0.05的實驗所對應的股票，投資者則需自行考慮。對於最佳參數的定義方法會影響最終產出的實驗結果，本研究所使用的期望報酬率會偏好找出交易次數較少的實驗組合，並不滿足所有投資者的需求，因此對於最佳參數的定義還需進行進一步的探討。

柒、參考文獻

元大台灣卓越50基金詳細基金成分股。2019年10月6日，取自
<http://www.yuantaetfs.com/#/FundWeights/1066>。

李易桐(2018)。基於MACD指標的滬金期貨量化交易模型的參數優化研究。廣西大學碩士班。

姜國彥(2018)。MACD指標最優參數研究—量化投資的一種技術策略。吉林財經大學碩士班。

顏昱仁(2014)。遺傳演算法最適化技術指標參數於台灣股市之應用。國立高雄應用科技大學金融系金融資訊碩士班。

TWSE、FTSE(2019)。富時臺灣證券交易所臺灣指數系列基本規則。

- “4.30 Trading with MACD Indicator.” (n.d.). MACD (Moving Average Convergence-Divergence) (available at <http://www.forexabode.com/forex-school/technical-indicators/macd/>; retrieved October 12, 2019).
- Appel, G. 2005. *The practical guide to technical analysis: power tools for the active investor*, Indianapolis, IN: Financial Times Prentice Hall.
- Chong, T.-L., Li, C., and Yu, H. T. 2008. “Structural Change in the Stock Market Efficiency after the Millennium: The MACD Approach,” *Economics Bulletin* (07:12).
- Chong, T. T.-L., and Ng, W.-K. 2008. “Technical analysis and the London stock exchange: testing the MACD and RSI rules using the FT30,” *Applied Economics Letters* (15:14), pp. 1111–1114 (doi: 10.1080/13504850600993598).
- Crowder, S. V. 1987. “Average Run Lengths of Exponentially Weighted Moving Average Control Charts,” *Journal of Quality Technology* (19:3), pp. 161–164 (doi: 10.1080/00224065.1987.11979055).
- Hunter, J. S. 1986. “The Exponentially Weighted Moving Average,” *Journal of Quality Technology* (18:4), pp. 203–210 (doi: 10.1080/00224065.1986.11979014).
- Kaliyaperumal, S. K., Arumugam, P., and Sathik, M. 2010. “Financial Stock Market Forecast using Data Mining Techniques,” March (available at https://www.researchgate.net/publication/44260645_Financial_Stock_Market_Forecast_using_Data_Mining_Techniques; retrieved October 12, 2019).
- Mir, S. H., and Lashkari, Z. H. 2013. “Technical analysis of Forex by MACD Indicator,” (available at <https://pdfs.semanticscholar.org/fb6e/980df804abf3531f74f01e6147c318ca1bae.pdf>; retrieved October 10, 2019).
- Murphy, J. J. 1999. *Technical analysis of the financial markets: a comprehensive guide to trading: methods and applications*, Paramus: New York Institute of Finance.
- Roberts, S. W. 1959. “Control Chart Tests Based on Geometric Moving Averages,” *Technometrics* (1:3), pp. 239–250 (doi: 10.2307/1266443).
- Whitley, D. 1994. “A genetic algorithm tutorial,” *Statistics and Computing* (4:2) (doi: 10.1007/bf00175354).

Wiles, P. S., and Enke, D. 2015. "Optimizing MACD Parameters via Genetic Algorithms for Soybean Futures," *Procedia Computer Science* (61), pp. 85–91 (doi: 10.1016/j.procs.2015.09.157).

附錄A

```
import java.io.File
import java.sql.{Connection, DriverManager, PreparedStatement}

import breeze.numerics._
import org.apache.spark.sql.functions.{col, monotonically_increasing_id}
import org.apache.spark.sql.types._
import org.apache.spark.sql.{DataFrame, Row, SparkSession}

import scala.collection.mutable.ArrayBuffer
import scala.util.control.Breaks._

object multipleFileOPT extends App{
  val url = "jdbc:mysql://localhost:3306/mysql"
  val driver = "com.mysql.jdbc.Driver"
  val username = "root"
  val password = "jcratebo703"
  var connection: Connection = _

  val spark = SparkSession.builder()
    .appName("GitHub push counter")
    .master("local[*]")
    .getOrCreate()

  val sc = spark.sparkContext
  val path: String = "/Users/caichengyun/Documents/User/CGU/Subject/FYP/Taiwan50Index/"

  val Schema = StructType(Array(
    StructField("Date", StringType, nullable = false),
    StructField("Close", DoubleType, nullable = false),
    StructField("Open", DoubleType, nullable = false),
    StructField("Highest", DoubleType, nullable = false),
    StructField("Lowest", DoubleType, nullable = false),
    StructField("id", IntegerType, nullable = false)))

  def readExcel(file: String): DataFrame = spark.read
    .format("com.crealytics.spark.excel")
```

```

.schema(Schema) // Optional, default: Either inferred schema, or all columns are Strings
// .option("dataAddress", "My Sheet!B3:C35") // Optional, default: "A1"
.option("useHeader", "false") // Required
.option("treatEmptyValuesAsNulls", "false") // Optional, default: true
.option("inferSchema", "false") // Optional, default: false
.option("addColorColumns", "false") // Optional, default: false
.option("timestampFormat", "yyyy/mm/dd HH:mm:ss") // Optional, default: yyyy-mm-dd
hh:mm:ss[.fffffffff]
// .option("maxRowsInMemory", 20) // Optional, default None. If set, uses a streaming reader
which can help with big files
// .option("excerptSize", 10) // Optional, default: 10. If set and if schema inferred, number of
rows to infer schema from
// .option("workbookPassword", "pass") // Optional, default None. Requires unlimited strength
JCE for older JVMs
// .option("location", path)
.load(file)

val dir = new File(path)
val excelFiles = dir.listFiles.sorted.map(f => f.toString) // Array[String]
excelFiles.foreach(println)

val dfs = excelFiles.map(f => readExcel(f).withColumn("id", monotonically_increasing_id())
.filter(col("id") >= 2).orderBy("Date")) // Array[DataFrame] .orderBy("Date")
//val ppdf = dfs.reduce(_._union(_))

val trimFiles = excelFiles.map(x => x.replaceAll("^.{67}$", "")
.replaceAll("[a-z][0-9]|\\.| ", ""))

//dfs & Names Done

val typeOneCrashFile = ArrayBuffer[String]()
val typeTwoCrashFile = ArrayBuffer[String]()
val typeThreeCrashFile = ArrayBuffer[String]()

//EMA function
val Ema = (index: Int, closeData: Map[Long, Double]) => {
  val alpha: Double = 2.0 / (index + 1.0)
  val Nday = (3.45 * (index + 1)).ceil.toInt
  val emaAryBuffer = ArrayBuffer[Double]()
  var buf: Double = 0
  var T: Double = 0
  var P: Double = 0
  val emaCloseAryBuf = ArrayBuffer[Double]()

  for(j <- 0 until closeData.size){

```



```

if(j - (Nday-1) >= 0) {

  if(j == Nday-1){
    for (i <- 0 until Nday) {
      // emaAryBuffer += indexCloseRDD.lookup(i).toArray.mkString("").toDouble
      emaAryBuffer += closeData.get(i).toArray.mkString("").toDouble
      //var buf: Double = 0
    }

    for(k <- emaAryBuffer.indices){
      buf += emaAryBuffer((k-(emaAryBuffer.length-1)).abs) * pow(1 - alpha, k)
    }
    emaCloseAryBuf += buf * alpha
    buf = 0
  }
  else{
    T = alpha * closeData.get(j).toArray.mkString("").toDouble
    P = (1- alpha) * emaCloseAryBuf(emaCloseAryBuf.size-1)
    emaCloseAryBuf += T+P
  }
  //println(emaCloseAryBuf)
  //emaAryBuffer.clear()

} else{
  emaCloseAryBuf += closeData.get(j).toArray.mkString("").toDouble
}
//println(j)
}
emaCloseAryBuf
}
//Ema(index(0)).foreach(println)

//iterate files
for(terms <- dfs.indices){

  val rows: Array[Row] = dfs(terms).collect()

  val closeArr: Array[Double] = rows.map(_.getDouble(1))
  val closeRDD = sc.parallelize(closeArr)

  val closeSum: Double = closeRDD.sum()
  val closeAvg: Double = closeRDD.mean()
  val closeNum: Double = closeRDD.count()

  println("closeNum: " + closeNum + "\ncloseAvg: " + closeAvg + "\ncloseSum: " + closeSum)
}

```

```

val closeWithIndex = closeRDD.zipWithIndex()
//println("closeWithIndex: ")
//closeWithIndex.foreach(println)

val indexCloseRDD = closeWithIndex.map{case (k, v) => (v, k)}

val indexCloseMap = indexCloseRDD.collect().toMap
//indexCloseRDD.foreach(println)

// Close Map Done

val index: Array[Int] = Array(12, 26, 9)
var opIndex: String = ""
//var opMap: Map[String, Double] = Map()

//Ema(index(0)).foreach(println)

var test: Int = 0
val longestDays: Array[Int] = Array(30, 51, 50)
val longest3rdNDay = (3.45*(longestDays(2)+1)).ceil.toInt

val skipDays: Int = (3.45*(longestDays(1)+1)).ceil.toInt+ longest3rdNDay -2//OMG
println("skipDays: " + skipDays)

val sizeAry = ArrayBuffer[Int]()
val transTime = ArrayBuffer[Int]()

//multiple files analysis

//threshold for loop
for(j <- 0 to 4) {

    var originalExp: Double = 0
    var originalCum: Double = 0
    var originalSTD: Double = 0
    var singleFileExpMap: Map[String, Double] = Map()
    var singleFileCumMap: Map[String, Double] = Map()
    var singleFileSTDMap: Map[String, Double] = Map()
    var frequencyMap: Map[String, Int] = Map()

    //Start para's OPT
    for(x <- longestDays(0) to 5 by -1){
        for(y <- longestDays(1) to x + 5 by -1){
            for(z <- longestDays(2) to 5 by -1){
                //Threshold has no transaction will break()
                breakable{

```

```

opIndex = x.toString + "," + y.toString + "," + z.toString

index(0) = x
index(1) = y
index(2) = z

val emaAryBuf1 = ArrayBuffer[Double]()
emaAryBuf1 += Ema(index(0), indexCloseMap)
//println("index0 : "+emaAryBuf1)
val emaAryBuf2 = ArrayBuffer[Double]()
emaAryBuf2 += Ema(index(1), indexCloseMap)
//println("index1 : "+emaAryBuf2)
println("\nClosAryBuf SIZE : " + emaAryBuf1.size)

val shortestTransDays: Int = emaAryBuf1.size-skipDays

val longestDay: Int = (3.45 * (index(1) + 1)).ceil.toInt

val difAryBuf = ArrayBuffer[Double]()
for(i <- longestDay - 1 until emaAryBuf1.size){
    difAryBuf += emaAryBuf1(i) - emaAryBuf2(i)
}
//println("\nDIF: " + difAryBuf)
println("\n DIF length: " + difAryBuf.size)

val difMap = sc.parallelize(difAryBuf).zipWithIndex.map{case (k, v) => (v,
k)}.collect().toMap

val macdAryBuf = ArrayBuffer[Double]()
macdAryBuf += Ema(index(2), difMap)
println("\nName: " + trimFiles(terms))
//println("\nMACD: " + macdAryBuf)
println(" \n MACD length: " + macdAryBuf.size)

//equal all parameter's trans days
//if(difAryBuf.size - longest3rdNDay + 1 > shortestTransDays){}
val daysWillBeTrimmed = difAryBuf.size - shortestTransDays
macdAryBuf.remove(0, daysWillBeTrimmed)
difAryBuf.remove(0, daysWillBeTrimmed)

sizeAry += macdAryBuf.size

if(macdAryBuf.size <= 0){
    typeOneCrashFile += trimFiles(terms)+" : "+opIndex

```

```

    break()
}

/* Simulation start */

var breakDaysMap: Map[String, Double] = Map()
var maximumRateMap: Map[Double, Double] = Map()
var expectationMap: Map[Double, Double] = Map()
val breakThresholdAryBuf = ArrayBuffer[Double]()

val trans = new Transaction(macdAryBuf, difAryBuf, indexCloseMap, longestDay)

trans.transSimulation(j)
trans.transFreqVerify()

val threshold = trans.threshold
//val sellIndex = trans.sellIndex
val hasTrans = trans.testEmptyTrans()
val transCounts = trans.transCount()

if(hasTrans){
    breakThresholdAryBuf += threshold
    typeTwoCrashFile += trimFiles(terms)+ ": " +opIndex
    test += 1
    break()
}

println("count:" + transCounts)

val CRate = trans.calculateCum()
val ERate = trans.calculateExp()
val holdAndWait = trans.calculateHoldNWait()
val STD = trans.calculateStd()

//multiple Files analysis
if(transCounts >= 10){
    singleFileExpMap += (opIndex -> ERate)
    singleFileCumMap += (opIndex -> CRate)
    singleFileSTDMap += (opIndex -> STD)
    frequencyMap += (opIndex -> transCounts)
}

if(x == 12 && y == 26 && z == 9){

    originalExp = ERate
    originalCum = CRate

```

```

        originalSTD = STD
    }

    maximumRateMap += (threshold -> trans.getMaxMinReturn(0))
    expectationMap += (threshold -> ERate)

    breakDaysMap = breakDaysMap ++ trans.breakDaysMap

    //opMap += (opIndex -> ERate)
    transTime += transCounts

    println("\n Cumulative Return: " + CRate)
    println("\n Expected Return: " + ERate)
    println("\n Hold & Wait: " + holdAndWait)
    trans.resultsPrint()

    }
    //foooooooooor
    for(_ <- 0 to 100) println(opIndex + "," + j)
    }
    }
    }

    val maxExpectation: Double = singleFileExpMap.valuesIterator.max
    val maxExpectationKey: String = singleFileExpMap.find(_._2 ==
maxExpectation).map(_._1).mkString
    val maxExpSTD: Double = singleFileSTDMap.filter(_._1 ==
maxExpectationKey).values.mkString.toDouble
    val maxExpTransFreq: Int = frequencyMap.filter(_._1 ==
maxExpectationKey).values.mkString.toInt

    val maxCumulation: Double = singleFileCumMap.valuesIterator.max
    val maxCumulationKey: String = singleFileCumMap.find(_._2 ==
maxCumulation).map(_._1).mkString
    val maxCumTransFreq: Int = frequencyMap.filter(_._1 ==
maxCumulationKey).values.mkString.toInt

    try {
        Class.forName(driver)
        connection = DriverManager.getConnection(url, username, password)

        val insertSQL = "INSERT INTO scalaTest."+ "finalFYP" + " (Name, Threshold,
MaxExpParameter, MaxExpectation" +
            ", OriginalExpectation, MaxCumParameter, MaxCumulation, OriginalCumulation,
MaxExpSTD, OriginalSTD" +
            ", MaxExpTransFreq, MaxCumTransFreq)" +

```

```
" VALUES(?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)"
```

```
val prep: PreparedStatement = connection.prepareStatement(insertSQL)
```

```
prep.setString(1, trimFiles(terms))
prep.setString(2, (j*0.05).toString)
prep.setString(3, maxExpectationKey)
prep.setDouble(4, maxExpectation)
prep.setDouble(5, originalExp)
prep.setString(6, maxCumulationKey)
prep.setDouble(7, maxCumulation)
prep.setDouble(8, originalCum)
prep.setDouble(9, maxExpSTD)
prep.setDouble(10, originalSTD)
prep.setInt(11, maxExpTransFreq)
prep.setInt(12, maxCumTransFreq)
prep.execute()
```

```
prep.close()
```

```
} catch {
  case e: Exception => e.printStackTrace()
}
connection.close()
```

```
import breeze.numerics.{pow, sqrt}
import scala.collection.mutable.ArrayBuffer
import scala.util.control.Breaks.{break, breakable}
```

```
class Transaction(val macdAryBuf: ArrayBuffer[Double], val difAryBuf: ArrayBuffer[Double]
  , val indexCloseMap: Map[Long, Double], val longestDay: Int){
  //val range: Double = 0.05
  val thresholdAry: Array[Double] = Array(0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2)
  var threshold: Double = 0
  var hold: Int = 0
  var Buf: Double = 0
  private val sellIndex = ArrayBuffer[Int]()
  private val buyIndex = ArrayBuffer[Int]()
  private val sellPrice = ArrayBuffer[Double]()
  private val buyPrice = ArrayBuffer[Double]()
  private val priceDif = ArrayBuffer[Double]()
  val returnRate = ArrayBuffer[Double]()
  var b, s: Int = 0
  var breakDaysMap: Map[String, Double] = Map()
```

```

def transSimulation(thrTimes: Int): Unit = {
  this.threshold = thresholdAry(thrTimes)

  for (i <- 0 to macdAryBuf.size - 2) {
    breakable{
      val preHis = difAryBuf(i) - macdAryBuf(i)
      val postHis = difAryBuf(i + 1) - macdAryBuf(i + 1)
      //println("\npostHis: " + postHis)
      val close: Double = indexCloseMap.get(i + 1 + longestDay - 1).toArray.mkString("").toDouble

      if (preHis < 0 && postHis > 0) { //negative to positive, buy
        if(difAryBuf(i + 1) > macdAryBuf(i + 1) * (1 + threshold)) { //first version: difAryBuf(i + 1) >
(macdAryBuf(i + 1) + threshold)
          //println("TRUE")
          hold = 1
          Buf = close
          b += 1
          buyPrice += close
          //stockNum += spend / indexCloseMap.get(i).toArray.mkString("").toDouble
          //asset -= spend
          buyIndex += i + 1
        }
      }
      else{
        //println("False")
        breakDaysMap += (threshold.toString + "," + (i + 1).toString -> preHis)
        break()
      }
    }
  }
  else if (preHis > 0 && postHis < 0) {
    //asset += indexCloseMap.get(i).toArray.mkString("").toDouble * sellNumb
    //stockNum -= sellNumb
    if (hold == 1) {
      s += 1
      sellIndex += i + 1
      priceDif += Buf - close
      val eR = (close - Buf) / Buf
      returnRate += eR
      sellPrice += close

      hold = 0
      Buf = 0
    }
  }
}

```

```

    }
}

def transFreqVerify(x: Unit): Unit = {
  if (sellIndex.size != buyIndex.size || sellIndex.size != returnRate.size) {
    buyIndex.remove(buyIndex.size - 1)
    buyPrice.remove(buyPrice.size - 1)
    println("\n last transaction was buy")
  }
}

def resultsPrint(x: Unit): Unit = {
  println("\n")
  println("\n Sell Index: " + sellIndex + "\n Sell counts: " + sellIndex.size)
  println("\n Buy Index: " + buyIndex + "\n Buy counts: " + buyIndex.size)
  println("\n Sell Price: " + sellPrice)
  println("\n Buy Price: " + buyPrice)
  println("\n Rate of Return: " + returnRate)
  println("\n Maximum: " + returnRate.max)
  println("\n Minimum: " + returnRate.min)
  println("\n b : " + b + "\n s : " + s)

  println("\nSimulation complete\n")
}

def calculateCum(x: Unit): Double = {
  val ERateAddOne = returnRate.clone() // call by address warning !!
  ERateAddOne.transform(_+1)
  var cumulativeRate: Double = 1
  ERateAddOne.foreach(x => cumulativeRate *= x)
  cumulativeRate -= 1
  cumulativeRate
}

def calculateExp(x: Unit): Double = {
  val ERate = returnRate.sum / returnRate.size
  ERate
}

def calculateHoldNWait(x: Unit): Double = {
  val firstBuy: Double = indexCloseMap.get(buyIndex(0) + longestDay -
1).toArray.mkString("").toDouble
  val lastSell: Double = indexCloseMap.get(sellIndex(sellIndex.size - 1) + longestDay -
1).toArray.mkString("").toDouble
  (lastSell - firstBuy) / firstBuy
}

```



```

}

def calculateStd(x: Unit): Double = {
  val count = returnRate.size
  val mean = returnRate.sum / count
  val variance = returnRate.map(x => pow(x - mean, 2))
  val stdDev = sqrt(variance.sum / (count - 1))
  stdDev
}

def testEmptyTrans(x: Unit): Boolean = {
  buyIndex.isEmpty
}

def transCount(x: Unit): Int = {
  buyIndex.size
}

def getMaxMinReturn(x: Int): Double = {
  var y: Double = 0
  if(x == 0){
    y = returnRate.max
  }
  else if (x == 1){
    y = returnRate.min
  }
  y
}

import java.sql.{Connection, DriverManager, PreparedStatement}

class DatabaseConnection(val opIndex: String, val ERate: Double, val CRate: Double, val transFreq:
Int, val STD: Double) {
  val url = "jdbc:mysql://localhost:3306/mysql"
  val driver = "com.mysql.jdbc.Driver"
  val username = "root"
  val password = "jcratebo703"
  var connection: Connection = _

  def writeDB(databaseName: String): Unit = {
    try {
      Class.forName(driver)
      connection = DriverManager.getConnection(url, username, password)
      //val statement = connection.createStatement
    }
  }
}

```

```

// val rs = statement.executeQuery("SELECT Name, TranFrequency FROM scalaTest.cop")
// while (rs.next) {
//     val name = rs.getString("Name")
//     val freq = rs.getInt("TranFrequency")
//     println("name = %s, freq = %d".format(name,freq))
// }

val insertSQL = "INSERT INTO scalaTest."+ databaseName + " (parameters, ERate, CRate,
Frequency, STD)" +
    " VALUES(?, ?, ?, ?, ?)"

val prep: PreparedStatement = connection.prepareStatement(insertSQL)

prep.setString(1, opIndex)
prep.setDouble(2, ERate)
prep.setDouble(3, CRate)
prep.setInt(4, transFreq)
prep.setDouble(5, STD)
prep.execute()

prep.close()

} catch {
    case e: Exception => e.printStackTrace()
}
connection.close()
}
}

```

附錄B

股票名稱	門檻值	最大期望報酬率的參數	最大期望報酬率	(12, 26, 9)的期望報酬率	最大累積報酬率的參數	最大累積報酬率	(12, 26, 9)的累積報酬率	最大期望報酬率的標準差	(12, 26, 9)的標準差	最大期望報酬的交易次數	最大累積報酬的交易次數
光寶科	0	25,49,50	0.03897207 538	0.0002729 312154	5,11,7	0.60908 68077	-0.032359 53081	0.1280042 471	0.051446 70189	11	57
光寶科	0.05	28,49,49	0.04048519 782	0.0025183 8154	5,11,7	0.62595 72784	0.024981 79225	0.1323406 362	0.056019 93152	11	55
光寶科	0.1	18,23,46	0.03145547 663	0.0025642 96162	5,11,7	0.64034 54377	0.023532 03017	0.0967934 2894	0.057224 31855	14	53

光寶科	0.15	18,23,37	0.03479731 269	0.0023260 96194	5,11,7	0.66594 90139	0.015365 5512	0.0934366 7395	0.058498 25192	13	50
光寶科	0.2	16,23,42	0.03313119 506	0.0023260 96194	5,11,7	0.60843 41075	0.015365 5512	0.0921056 961	0.058498 25192	13	49
中華電	0	26,38,42	0.01444331 76	0.0012204 04379	5,39,37	0.33375 93728	0.029037 55885	0.0411148 6047	0.026725 86595	12	36
中華電	0.05	29,48,50	0.02019645 424	-0.0001153 535145	5,37,47	0.35457 4545	-0.014351 27621	0.0274389 2295	0.029275 17451	10	26
中華電	0.1	23,47,34	0.02201623 694	-0.0014526 15778	5,37,24	0.35268 13673	-0.047363 43442	0.0521967 7589	0.029001 76968	10	27
中華電	0.15	23,47,34	0.02201623 694	-0.0017087 40212	5,37,47	0.33013 23447	-0.052056 22538	0.0521967 7589	0.029569 78067	10	24
中華電	0.2	23,47,34	0.02201623 694	-0.0017087 40212	5,49,26	0.32778 8366	-0.052056 22538	0.0521967 7589	0.029569 78067	10	23
聯發科	0	27,49,21	0.05065176 217	0.0026911 06523	10,50,1 6	1.20369 6285	0.051996 14227	0.0955583 0991	0.053120 05402	13	24
聯發科	0.05	30,49,19	0.06529853 665	0.0017150 67909	12,50,6	1.51517 7425	0.009431 877179	0.1025331 663	0.054363 96449	10	34
聯發科	0.1	27,49,21	0.06529853 665	0.0059069 26993	7,50,11	1.47387 4239	0.180622 0786	0.1025331 663	0.048899 6879	10	34
聯發科	0.15	27,49,21	0.06529853 665	0.0048766 41685	6,50,12	1.51517 7425	0.130131 9666	0.1025331 663	0.049169 26183	10	34
聯發科	0.2	27,49,21	0.06529853 665	0.0061721 44677	6,50,12	1.51517 7425	0.165964 1322	0.1025331 663	0.050131 15876	10	34
可成	0	19,45,38	0.06163960 222	0.0072039 02233	5,34,5	1.65357 1606	0.119534 8166	0.2052713 057	0.085645 872	15	62
可成	0.05	19,45,42	0.07654122 628	0.0088277 86682	5,34,5	1.76305 1617	0.158969 4418	0.2294560 859	0.088298 7952	12	52
可成	0.1	17,33,37	0.07106254 235	0.0092351 13878	14,33,3 3	1.44666 6711	0.155721 2878	0.1171723 894	0.087885 11206	13	15
可成	0.15	19,33,34	0.07295365 46	0.0082166 84192	14,33,3 3	1.44666 6711	0.115868 8296	0.1153441 766	0.089462 95373	13	15
可成	0.2	19,33,34	0.07295365 46	0.0082166 84192	15,33,3 2	1.44666 6711	0.115868 8296	0.1153441 766	0.089462 95373	13	15
大立光	0	24,30,38	0.08724071 009	0.0266590 4777	5,13,26	4.38222 0816	1.022394 656	0.1331390 828	0.097624 65823	12	42
大立光	0.05	28,42,14	0.1119962	0.0327792 1629	8,13,23	4.95455 6863	1.314753 372	0.1502026 036	0.097724 21208	10	32
大立光	0.1	19,29,40	0.11464350 84	0.0279701 9607	7,13,28	4.33635 3506	0.974639 8239	0.1036458 222	0.095773 24774	10	32
大立光	0.15	20,30,41	0.11453511 2	0.0232015 3559	8,13,14	3.99709 3277	0.579845 5717	0.1347000 653	0.101881 2352	10	38

大立 光	0.2	10,30,49	0.11495638 41	0.0271303 5124	6,13,32	3.96221 7896	0.651695 0435	0.0994141 9579	0.105449 124	10	31
台灣 大	0	29,41,47	0.02714761 605	0.0017720 39217	5,20,5	0.47264 70858	0.061486 54044	0.0590434 4272	0.023925 4553	10	69
台灣 大	0.05	29,41,47	0.02714761 605	0.0024543 46908	6,27,22	0.43332 78008	0.071830 56678	0.0590434 4272	0.024224 46734	10	39
台灣 大	0.1	20,30,43	0.02521798 226	0.0037492 2807	5,27,28	0.43749 08603	0.092474 19308	0.0409357 238	0.026644 71029	10	33
台灣 大	0.15	25,30,41	0.02583658 326	0.0032037 97597	9,29,46	0.39725 12102	0.067113 50189	0.0426545 7847	0.028008 94525	10	20
台灣 大	0.2	25,30,35	0.02606132 108	0.0032037 97597	10,29,4 3	0.39191 42897	0.067113 50189	0.0399859 9926	0.028008 94525	10	18
遠傳	0	27,47,49	0.02554519 46	-0.0045614 35683	5,10,28	0.73519 96796	-0.178801 1173	0.0485717 4953	0.035180 09439	14	62
遠傳	0.05	29,47,42	0.03439259 275	-0.0033979 41877	7,40,5	0.73646 11328	-0.129258 9188	0.0405915 0899	0.036791 58151	11	53
遠傳	0.1	26,47,49	0.04407621 974	-0.0049277 6743	5,40,9	0.73323 76088	-0.156700 8367	0.0398201 8778	0.038848 25518	10	43
遠傳	0.15	24,47,50	0.04448426 278	-0.0050510 92122	5,40,9	0.70939 61436	-0.155559 7012	0.0415708 8737	0.039529 91144	10	41
遠傳	0.2	24,47,50	0.04448426 278	-0.0050510 92122	5,40,7	0.67958 92154	-0.155559 7012	0.0415708 8737	0.039529 91144	10	47
和碩	0	18,28,32	0.03811865 442	0.0056298 49154	5,12,50	2.70452 9667	0.131355 8934	0.1123020 669	0.069009 33963	18	40
和碩	0.05	18,27,28	0.05454719 976	0.0069131 02693	5,12,39	3.00008 2558	0.145013 1251	0.1165653 934	0.074299 05393	14	37
和碩	0.1	20,27,30	0.05625539 25	0.0104655 0822	5,12,39	3.00008 2558	0.229017 8732	0.1191438 651	0.078274 13386	14	37
和碩	0.15	16,27,37	0.05812818 933	0.0146257 6428	6,12,37	2.73001 2939	0.362096 2416	0.1226543 698	0.076719 70125	13	31
和碩	0.2	20,27,30	0.05965706 159	0.0146257 6428	5,12,50	2.87254 3831	0.362096 2416	0.1232992 301	0.076719 70125	13	32
台泥	0	21,26,41	0.02593758 421	-0.0090928 99515	5,11,12	0.93243 46336	-0.283231 9577	0.0910191 6944	0.050491 82219	14	48
台泥	0.05	20,26,40	0.04232697 377	-0.0090892 03156	6,11,26	0.87049 39973	-0.269681 1637	0.0897162 4257	0.051977 7409	11	39
台泥	0.1	19,26,42	0.04232697 377	-0.0083189 30368	6,11,26	0.90574 1464	-0.222332 0769	0.0897162 4257	0.051579 65684	11	37
台泥	0.15	19,26,39	0.03927817 857	-0.0101461 0524	5,11,12	0.83382 96272	-0.234903 6531	0.0885456 2672	0.054092 60662	11	44
台泥	0.2	19,26,41	0.03900833 158	-0.0094516 67803	5,11,12	0.83382 96272	-0.214944 618	0.0855035 4933	0.055260 51155	10	43

聯電	0	16,48,44	0.05744437 297	0.0005584 547207	5,49,7	1.02107 7809	-0.038960 70007	0.1028156 951	0.057938 87232	11	57
聯電	0.05	16,48,38	0.06782084 522	0.0001371 741591	7,12,10	1.01450 1043	-0.054045 88376	0.1064952 643	0.064166 03908	10	52
聯電	0.1	15,48,40	0.06738224 873	0.0011072 05512	7,12,10	1.05871 83	-0.031251 6057	0.1066740 054	0.071235 29872	10	50
聯電	0.15	20,49,24	0.06552933 204	0.0011072 05512	6,11,12	1.02258 0023	-0.031251 6057	0.0939636 9374	0.071235 29872	10	50
聯電	0.2	20,49,24	0.06552933 204	0.0019345 25185	7,12,10	0.96296 04145	-0.013573 7153	0.0939636 9374	0.072718 30403	10	46
亞泥	0	13,31,12	0.01297803 96	-0.0048775 6626	5,31,5	0.45331 99474	-0.208795 2763	0.0461276 7232	0.053955 8751	28	58
亞泥	0.05	23,33,48	0.01494699 414	-0.0073777 06326	5,31,5	0.46982 60534	-0.251107 2525	0.0743801 134	0.057533 03634	13	51
亞泥	0.1	26,31,38	0.01583193 379	-0.0057237 88275	5,31,5	0.53459 45053	-0.198168 4958	0.0638683 1273	0.057513 99325	14	46
亞泥	0.15	26,31,38	0.01583193 379	-0.0066177 81671	5,31,5	0.49068 62219	-0.214046 3474	0.0638683 1273	0.058319 50118	14	45
亞泥	0.2	26,31,38	0.01583193 379	-0.0066177 81671	5,31,5	0.49068 62219	-0.214046 3474	0.0638683 1273	0.058319 50118	14	45
統一	0	19,25,30	0.02707888 168	0.0080252 15189	11,25,2 7	1.06243 4654	0.396830 2599	0.0412305 6181	0.028757 34228	23	31
統一	0.05	29,34,48	0.03878386 599	0.0063741 02906	9,25,32	0.97248 05738	0.225221 8415	0.0562093 1689	0.028093 95005	11	29
統一	0.1	25,32,42	0.03859072 397	0.0078103 1168	7,38,16	0.89383 426	0.247996 3228	0.0544028 8894	0.028748 30549	10	28
統一	0.15	10,40,45	0.03777613 167	0.0097461 35502	7,25,46	0.82091 66697	0.297739 1413	0.0346573 0692	0.028644 32108	11	23
統一	0.2	9,40,43	0.03669563 103	0.0102420 2894	6,33,5	0.76254 25968	0.302484 0742	0.0463738 7062	0.029067 23924	13	41
台塑	0	29,39,43	0.02814030 549	0.0049955 13279	16,41,1 0	0.88701 71356	0.178385 9464	0.0378617 4464	0.041021 14462	18	32
台塑	0.05	30,44,37	0.04776291 067	0.0079225 26589	9,41,17	0.76514 32389	0.272665 9039	0.0654042 109	0.041971 15814	10	26
台塑	0.1	29,39,46	0.05190889 342	0.0079622 72911	9,41,17	0.74882 34766	0.244562 8908	0.0405376 9605	0.043926 21906	10	22
台塑	0.15	30,39,42	0.05273421 753	0.0083054 03479	15,41,1 0	0.77123 17837	0.237296 8537	0.0362157 5802	0.045360 50631	10	18
台塑	0.2	20,40,31	0.04995275 221	0.0084027 67582	10,41,1 5	0.77123 17837	0.220288 3253	0.0492942 0071	0.046995 47795	10	18
南亞	0	27,41,35	0.03216251 7	-0.0053424 06339	29,50,9	0.98993 44428	-0.194011 3353	0.0669510 6435	0.044690 90742	14	24

南亞	0.05	25,41,50	0.04024639 816	-0.0038649 23786	8,50,31	0.88043 89494	-0.141759 0469	0.0370094 9771	0.046363 41379	10	21
南亞	0.1	25,41,49	0.04187818 165	-0.0027602 49075	5,11,10	0.86746 49852	-0.105289 1065	0.0354962 2897	0.046734 52129	10	49
南亞	0.15	27,41,35	0.04408702 186	-0.0027602 49075	6,11,11	0.82265 9745	-0.105289 1065	0.0766555 4507	0.046734 52129	10	46
南亞	0.2	27,41,35	0.04408702 186	-0.0027602 49075	5,11,10	0.87175 67351	-0.105289 1065	0.0766555 4507	0.046734 52129	10	47
台化	0	30,49,45	0.04887717 127	0.0013615 15576	5,30,23	0.83710 80148	0.026101 14762	0.0893558 7407	0.039198 93793	10	45
台化	0.05	22,49,41	0.04161928 681	0.0055126 88974	15,30,6	0.80782 80449	0.178659 4785	0.0799748 8056	0.040749 44677	11	37
台化	0.1	20,48,24	0.03741486 908	0.0060703 4572	15,30,6	0.89864 20708	0.187430 0366	0.0638770 7656	0.041919 95386	10	35
台化	0.15	20,49,31	0.03669379 429	0.0070726 11737	15,30,6	0.83065 34213	0.219130 0598	0.0851199 6296	0.042187 08324	11	33
台化	0.2	20,30,47	0.03890123 812	0.0070726 11737	15,30,6	0.87185 23033	0.219130 0598	0.0749313 1016	0.042187 08324	10	30
遠東 新	0	28,42,49	0.01823631 499	-0.0106953 1056	5,49,15	0.44016 60573	-0.316854 4218	0.0438495 8939	0.047829 95471	12	32
遠東 新	0.05	30,44,45	0.03211636 807	-0.0111296 8174	15,49,5	0.51735 46466	-0.274897 671	0.0726434 0277	0.048132 15332	10	25
遠東 新	0.1	25,44,16	0.03188277 134	-0.0119040 8712	15,49,5	0.54106 33129	-0.280816 8737	0.0605747 4311	0.048959 08035	10	24
遠東 新	0.15	25,44,16	0.03188277 134	-0.0109000 9074	15,49,5	0.52221 4442	-0.253959 4125	0.0605747 4311	0.049748 49438	10	21
遠東 新	0.2	16,44,25	0.03188277 134	-0.0109000 9074	9,49,10	0.54420 12615	-0.253959 4125	0.0605747 4311	0.049748 49438	10	19
中鋼	0	25,42,38	0.02642610 839	-0.0001715 002905	5,25,5	0.47462 96774	-0.020487 0717	0.0638914 8739	0.027166 60654	13	64
中鋼	0.05	27,42,35	0.02924024 585	0.0003034 576288	5,25,5	0.52116 98551	-0.003151 401451	0.0659274 73	0.027916 94089	11	61
中鋼	0.1	27,42,35	0.02924024 585	-0.0003444 555645	5,24,5	0.54771 61177	-0.024927 22035	0.0659274 73	0.028068 38949	11	57
中鋼	0.15	27,42,35	0.02924024 585	0.0004064 89059	8,24,7	0.52979 03571	0.000203 5213921	0.0659274 73	0.028154 60793	11	50
中鋼	0.2	18,44,35	0.02904812 272	-0.0003054 458391	6,24,9	0.52860 86292	-0.022463 98051	0.0915461 8169	0.028301 70823	10	51
正新	0	25,36,49	0.04006818 658	-0.0077105 23168	5,11,43	0.57591 76408	-0.274415 0776	0.1397751 073	0.048106 08509	10	39
正新	0.05	23,36,40	0.04069540 879	-0.0100154 113	5,36,9	0.60770 75297	-0.303786 0488	0.1243942 358	0.049718 01938	10	41

正新	0.1	23,36,40	0.04069540 879	-0.0078749 21867	6,36,6	0.58902 52494	-0.229364 3175	0.1243942 358	0.052719 11915	10	41
正新	0.15	29,35,45	0.04006415 632	-0.0078749 21867	6,36,6	0.58902 52494	-0.229364 3175	0.1261280 994	0.052719 11915	10	41
正新	0.2	17,36,46	0.04023278 51	-0.0074362 77867	5,36,7	0.59309 3292	-0.213863 025	0.1180602 929	0.053671 2888	10	41
和泰 車	0	30,50,46	0.03171508 727	0.0021063 91089	6,35,6	0.79724 48141	-0.003942 9598	0.0743207 4778	0.067572 12409	11	52
和泰 車	0.05	25,50,20	0.03207283 36	0.0034947 98041	6,35,6	0.82148 50359	0.048707 84625	0.0693942 915	0.060833 04499	14	49
和泰 車	0.1	25,50,20	0.03207283 36	0.0015640 78433	9,35,5	0.76738 15143	-0.006551 934878	0.0693942 915	0.061111 39831	14	36
和泰 車	0.15	25,50,20	0.03207283 36	0.0015640 78433	6,35,6	0.74962 56396	-0.006551 934878	0.0693942 915	0.061111 39831	14	43
和泰 車	0.2	25,50,20	0.03207283 36	0.0015640 78433	5,35,9	0.76738 15143	-0.006551 934878	0.0693942 915	0.061111 39831	14	36
台達 電	0	27,48,42	0.02056035 612	-0.0022167 99942	5,21,13	0.43988 6909	-0.128710 0771	0.0715953 082	0.051562 64042	11	56
台達 電	0.05	23,48,48	0.02147737 243	-0.0027627 88421	13,21,5	0.53494 85334	-0.142269 7827	0.0752487 8736	0.052907 97224	10	48
台達 電	0.1	23,48,48	0.02147737 243	-0.0024648 95239	15,21,6	0.51687 20657	-0.126125 8424	0.0752487 8736	0.055156 88083	10	42
台達 電	0.15	23,48,48	0.02147737 243	-2.24E-05	15,21,6	0.74768 41226	-0.046959 54244	0.0752487 8736	0.054112 64444	10	40
台達 電	0.2	23,48,48	0.02147737 243	7.39E-05	13,21,7	0.72735 36106	-0.043990 56905	0.0752487 8736	0.054975 62573	10	35
統一 超	0	28,50,50	0.05757394 861	-0.0118945 9385	19,50,3 7	0.96434 05276	-0.369685 105	0.0480349 9037	0.031704 60062	11	17
統一 超	0.05	22,50,49	0.06492057 26	-0.0145686 7201	14,41,1 4	1.08599 7041	-0.376829 1824	0.0336654 2776	0.033951 62115	10	26
統一 超	0.1	21,50,50	0.05016893 366	-0.0127847 9246	6,41,26	0.91174 96528	-0.277366 2076	0.0431694 3389	0.036668 2351	10	29
統一 超	0.15	30,50,50	0.04924507 61	-0.0151651 3542	17,42,5	0.90958 42781	-0.296183 7324	0.0519506 6343	0.037127 11883	10	23
統一 超	0.2	13,51,29	0.04248577 377	-0.0151651 3542	10,42,8	0.86112 03279	-0.296183 7324	0.0491711 2165	0.037127 11883	10	21
台塑 化	0	20,39,28	0.04358068 338	0.0116950 8248	9,39,41	1.21584 2474	0.490273 3496	0.0797549 8024	0.042709 5949	17	22
台塑 化	0.05	26,38,39	0.05640415 175	0.0146112 2275	10,39,3 9	1.23255 9915	0.547350 4678	0.0724342 0977	0.043387 476	10	20
台塑 化	0.1	17,39,31	0.05193666 229	0.0166449 8239	9,39,37	1.27041 014	0.598442 2286	0.0870581 2526	0.043754 69781	13	21

台塑化	0.15	17,39,31	0.05861213 532	0.0149017 0234	9,39,41	1.26306 481	0.474926 2382	0.0873851 1596	0.044786 34966	12	17
台塑化	0.2	17,39,31	0.05861213 532	0.0161239 7085	10,39,3 7	1.26298 0479	0.502113 8186	0.0873851 1596	0.045161 09765	12	18
寶成	0	30,51,49	0.05806627 718	2.72E-06	5,11,9	1.02638 0582	-0.056821 11011	0.1040032 789	0.052396 51938	11	59
寶成	0.05	30,51,49	0.05806627 718	0.0011210 97808	5,11,9	1.01125 8339	-0.010660 90698	0.1040032 789	0.053907 70924	11	58
寶成	0.1	30,51,49	0.05806627 718	0.0019064 68405	5,11,9	1.16093 6191	0.015506 19648	0.1040032 789	0.056374 26299	11	55
寶成	0.15	30,51,49	0.05806627 718	-0.0010901 66365	5,11,9	0.86327 0808	-0.087416 72884	0.1040032 789	0.053996 5281	11	54
寶成	0.2	30,51,49	0.05806627 718	0.0001724 772779	8,41,36	0.87082 99051	-0.043705 47904	0.1040032 789	0.056099 64551	11	29
豐泰	0	21,33,30	0.12055576 69	-0.0016568 55203	14,33,4 5	3.87645 1797	-0.152634 8427	0.2269518 909	0.073769 84317	15	17
豐泰	0.05	20,33,30	0.17544954 58	-0.0030453 59762	13,33,4 8	3.89693 7252	-0.190543 0066	0.2650432 599	0.075453 68209	10	15
豐泰	0.1	28,33,22	0.18164614 34	-0.0079270 77386	13,33,4 7	4.15137 9148	-0.279404 6704	0.2600237 296	0.077460 94967	10	14
豐泰	0.15	28,33,22	0.18164614 34	-0.0131341 3858	13,33,4 8	3.94409 3108	-0.353531 3657	0.2600237 296	0.076833 59146	10	12
豐泰	0.2	28,33,22	0.18164614 34	-0.0134587 2715	13,33,4 8	3.94409 3108	-0.350481 9854	0.2600237 296	0.078336 31573	10	12
彰銀	0	9,39,39	0.01847542 44	-0.0005378 125614	7,39,48	0.39509 55052	-0.048948 04148	0.0570943 8042	0.040046 03734	17	21
彰銀	0.05	21,51,27	0.02904861 985	-0.0031534 17412	17,39,4 5	0.38673 83187	-0.110604 1159	0.0332622 7874	0.046100 77789	10	15
彰銀	0.1	28,39,14	0.03257642 306	-0.0015910 70631	8,51,33	0.40882 64556	-0.062497 53897	0.0706831 7568	0.045508 89266	10	16
彰銀	0.15	28,39,14	0.03257642 306	-0.0019477 55556	19,39,1 9	0.38713 95199	-0.067122 78831	0.0706831 7568	0.047448 10984	10	13
彰銀	0.2	27,39,15	0.03313960 005	-0.0017608 07806	19,39,1 9	0.38713 95199	-0.061434 51263	0.0702742 9774	0.048556 01791	10	13
中壽	0	22,46,50	0.06620349 086	-0.0037106 13254	12,46,4 1	1.08373 9851	-0.146851 6628	0.1095272 17	0.053127 0183	10	16
中壽	0.05	15,48,42	0.07101308 651	0.0006220 02462	12,46,4 1	1.08373 9851	-0.012712 09673	0.0861739 6669	0.048083 27672	10	16
中壽	0.1	15,48,42	0.07101308 651	-0.0003950 940407	11,46,4 5	1.02057 6392	-0.036966 27932	0.0861739 6669	0.049435 92004	10	15
中壽	0.15	15,48,42	0.07101308 651	-0.0044176 02073	14,48,4 5	0.96944 71488	-0.109377 1551	0.0861739 6669	0.040993 30743	10	11

中壽	0.2	14,48,46	0.06771062 21	-0.0044176 02073	14,48,4 5	0.96944 71488	-0.109377 1551	0.0869007 48	0.040993 30743	10	11
華南 金	0	25,46,44	0.02176351 833	-0.0051701 86152	5,49,36	0.49923 78363	-0.171595 4685	0.0391536 8207	0.026575 99504	13	30
華南 金	0.05	28,48,44	0.02960889 853	-0.0059371 35738	29,49,1 8	0.46067 54621	-0.167678 9783	0.0339182 0125	0.027370 25345	10	15
華南 金	0.1	25,48,32	0.03140440 26	-0.0075696 50076	18,49,2 9	0.46067 54621	-0.181530 4554	0.0340599 6424	0.028862 6023	10	15
華南 金	0.15	22,48,36	0.03140440 26	-0.0063418 42286	6,49,38	0.46588 89628	-0.150050 8576	0.0340599 6424	0.028808 73078	10	16
華南 金	0.2	20,36,50	0.03074608 223	-0.0073374 13315	6,49,38	0.46588 89628	-0.163893 6775	0.0277106 4918	0.029030 9921	10	16
富邦 金	0	20,30,50	0.03959084 315	-0.0056807 81406	6,15,5	0.79876 57402	-0.222687 76	0.1184703 764	0.054965 36606	13	55
富邦 金	0.05	20,30,50	0.05642830 964	-0.0016278 40899	6,15,5	0.88202 80087	-0.093718 88133	0.1197061 425	0.052533 33815	11	48
富邦 金	0.1	20,30,50	0.05642830 964	-0.0016130 59666	6,15,5	0.88202 80087	-0.091810 92108	0.1197061 425	0.053373 85521	11	48
富邦 金	0.15	20,30,50	0.05642830 964	-0.0016130 59666	6,15,5	0.93130 82026	-0.091810 92108	0.1197061 425	0.053373 85521	11	46
富邦 金	0.2	20,30,50	0.05642830 964	-0.0002807 422951	5,15,6	0.93130 82026	-0.051108 96002	0.1197061 425	0.054813 05365	11	46
國泰 金	0	27,32,38	0.02490906 549	-0.0055034 75072	16,28,5	1.01268 5525	-0.212754 6557	0.0784351 752	0.050880 47702	15	35
國泰 金	0.05	14,38,49	0.03604784 671	-0.0091659 2815	6,28,16	1.03471 4948	-0.291368 3105	0.0540008 9931	0.048864 0349	14	35
國泰 金	0.1	15,38,46	0.03920435 745	-0.0095017 95907	6,28,16	1.03471 4948	-0.285702 3184	0.0572563 3096	0.050429 00651	12	35
國泰 金	0.15	15,38,46	0.03920435 745	-0.0043723 28212	6,28,13	0.79743 07853	-0.146204 1829	0.0572563 3096	0.042272 88313	12	32
國泰 金	0.2	16,38,50	0.04104069 673	-0.0043723 28212	5,28,19	0.79246 07149	-0.146204 1829	0.0623031 2779	0.042272 88313	13	32
開發 金	0	24,41,33	0.04777787 123	-0.0008691 200254	5,41,44	0.93264 02123	-0.054499 10918	0.0680621 3489	0.037990 67695	11	30
開發 金	0.05	24,41,40	0.05444891 428	-0.0007017 911303	7,41,36	0.88985 1102	-0.046899 61201	0.0697502 7285	0.039755 73401	10	22
開發 金	0.1	21,41,50	0.05325648 12	-0.0026844 13221	5,41,44	0.90531 79916	-0.101492 4743	0.0764058 3111	0.038771 43534	10	26
開發 金	0.15	17,41,41	0.05528656 754	-0.0030971 84583	5,41,44	0.88903 32224	-0.107335 4504	0.0585149 9935	0.040038 53226	10	25
開發 金	0.2	12,41,48	0.05372811 739	-0.0030971 84583	5,41,44	0.84301 26915	-0.107335 4504	0.0596943 6216	0.040038 53226	10	24

鴻海	0	28,47,38	0.02887723 857	-0.0009296 269262	6,11,8	0.98297 08807	-0.053809 59779	0.0630841 6675	0.040454 09765	14	55
鴻海	0.05	29,47,35	0.03314148 463	-0.0007238 39321	5,10,16	1.08481 5439	-0.041196 7305	0.0666395 3125	0.041393 20694	12	46
鴻海	0.1	21,47,7	0.03357839 436	-0.0011712 04838	5,10,16	1.08481 5439	-0.049754 37405	0.0630999 293	0.042314 25494	16	46
鴻海	0.15	17,47,8	0.03454283 456	0.0006763 28715	5,10,16	1.08481 5439	-0.004444 648841	0.0672020 3411	0.042181 73928	15	46
鴻海	0.2	17,47,8	0.03454283 456	0.0014355 55965	5,10,16	1.13726 3626	0.011289 19741	0.0672020 3411	0.043773 31105	15	45
玉山 金	0	22,28,23	0.01612913 028	-0.0042156 11137	5,23,8	0.55680 59625	-0.194088 2448	0.0271459 1634	0.026907 15319	23	64
玉山 金	0.05	23,48,35	0.02460930 444	-0.0050962 401	12,32,3 8	0.60308 38176	-0.181757 6708	0.0551134 866	0.030317 7151	10	25
玉山 金	0.1	25,32,38	0.02640789 902	-0.0013993 56316	12,32,3 7	0.57414 3061	-0.055319 16942	0.0469993 5943	0.029524 78055	11	20
玉山 金	0.15	20,30,38	0.02754139 07	-0.0016187 13098	11,32,4 2	0.51505 04602	-0.060188 65824	0.0430010 6539	0.030003 81057	10	19
玉山 金	0.2	18,29,46	0.02794963 861	-0.0014177 24023	10,32,4 5	0.48752 17681	-0.050449 68061	0.0456149 5976	0.031670 23631	10	20
元大 金	0	16,49,15	0.02431963 95	-0.0128381 0823	16,49,1 5	0.72298 8859	-0.352756 9311	0.0286470 4028	0.036400 5892	23	23
元大 金	0.05	22,34,50	0.03144326 945	-0.0141975 3695	5,13,39	0.67210 01402	-0.324395 7061	0.0979725 6557	0.039369 1117	10	37
元大 金	0.1	18,48,27	0.02769747 973	-0.0141975 3695	5,13,41	0.70208 7247	-0.324395 7061	0.0321942 7149	0.039369 1117	10	34
元大 金	0.15	8,41,50	0.02875068 5	-0.0097868 97655	5,13,39	0.72366 58755	-0.228353 9192	0.0655185 8454	0.032979 31395	13	34
元大 金	0.2	8,41,47	0.02954825 712	-0.0086361 32237	6,13,37	0.67716 19786	-0.191247 2524	0.0692027 7334	0.033698 33803	11	31
兆豐 金	0	28,45,49	0.02631153 303	-0.0018899 13929	13,48,3 0	0.49863 73541	-0.087262 80308	0.0627035 7553	0.033594 95115	12	25
兆豐 金	0.05	30,48,16	0.04291991 114	-0.0028743 60262	6,51,5	0.62785 89842	-0.096450 98848	0.0425382 5235	0.038322 19767	10	40
兆豐 金	0.1	14,48,40	0.04635641 042	-0.0009512 003113	8,51,39	0.72967 02714	-0.042171 4741	0.0422881 6002	0.039082 03534	10	20
兆豐 金	0.15	13,48,50	0.04141457 421	-0.0037782 95113	8,51,37	0.70039 64615	-0.095852 47477	0.0431406 5488	0.039593 69225	10	17
兆豐 金	0.2	13,48,50	0.04141457 421	-0.0038073 77721	5,51,44	0.67290 13672	-0.085094 58174	0.0431406 5488	0.041423 4724	10	16
台新 金	0	24,48,33	0.03080956 866	-0.0023983 95783	9,40,36	0.58580 42238	-0.108357 3211	0.1068050 426	0.037396 87921	11	23

台新金	0.05	14,48,44	0.04722010 507	-0.0042388 45236	11,51,2 5	0.65122 13977	-0.135557 9896	0.0986803 4064	0.039445 26894	10	16
台新金	0.1	11,48,48	0.05160707 192	-0.0038675 01398	9,51,25	0.73361 16077	-0.118696 6359	0.0952984 3586	0.040232 11368	10	15
台新金	0.15	23,51,17	0.04442530 76	-0.0049181 6182	22,51,1 2	0.70277 4013	-0.134802 8672	0.0704264 9898	0.041687 46195	10	13
台新金	0.2	18,51,16	0.04479160 304	-0.0049181 6182	18,51,1 5	0.69446 64475	-0.134802 8672	0.0496346 7022	0.041687 46195	12	13
新光金	0	22,40,44	0.03138294 699	-0.0078736 61594	5,42,5	0.96213 92221	-0.237388 4318	0.0820646 7137	0.053069 68255	14	58
新光金	0.05	20,40,49	0.04541498 173	-0.0122821 8863	7,51,6	1.03813 965	-0.284315 5293	0.0877723 6596	0.055522 87192	11	30
新光金	0.1	20,40,49	0.04541498 173	-0.0167983 1422	8,51,5	1.14304 4843	-0.323459 115	0.0877723 6596	0.057001 72924	11	26
新光金	0.15	21,49,6	0.04342308 557	-0.0153702 9744	5,51,6	1.22509 8714	-0.291314 0785	0.0798195 2808	0.058095 86692	15	32
新光金	0.2	14,49,9	0.04379898 495	-0.0070134 10461	5,51,8	1.08117 8653	-0.141869 6998	0.0770971 8447	0.045697 79506	16	25
永豐金	0	20,47,49	0.02620487 781	-0.0064090 8665	8,41,6	0.55582 23339	-0.206623 7694	0.0514302 8636	0.045637 49436	14	49
永豐金	0.05	17,47,49	0.02937484 571	-0.0075002 55544	6,41,15	0.59009 21987	-0.209404 2346	0.0583608 2933	0.048675 97389	10	27
永豐金	0.1	18,47,34	0.02855377 203	-0.0043410 24026	5,41,9	0.58300 8683	-0.127716 5264	0.0525412 3078	0.047646 58267	11	40
永豐金	0.15	18,47,34	0.02664724 447	-0.0043410 24026	8,41,6	0.59469 76108	-0.127716 5264	0.0549807 806	0.047646 58267	10	34
永豐金	0.2	18,47,34	0.02664724 447	-0.0045668 47888	10,41,5	0.62903 10925	-0.128656 487	0.0549807 806	0.048657 6891	10	33
中信金	0	15,49,41	0.04197484 875	-0.0037520 17691	15,49,1 2	1.15445 5845	-0.130744 6158	0.0582207 9164	0.035235 10225	13	29
中信金	0.05	15,49,41	0.05502669 363	-0.0015411 0798	8,49,23	1.19533 9147	-0.050514 03679	0.0516899 8684	0.032963 78312	11	22
中信金	0.1	16,49,38	0.05741355 647	-0.0030334 45874	8,50,11	1.18573 2841	-0.076600 73318	0.0462440 4813	0.034659 79526	10	28
中信金	0.15	14,49,40	0.05895323 699	0.0027123 53806	7,50,12	1.11271 327	0.047294 56822	0.0441222 3067	0.029028 90384	10	27
中信金	0.2	12,49,34	0.05393592 466	0.0027123 53806	7,50,12	1.11271 327	0.047294 56822	0.0398661 7995	0.029028 90384	10	27
第一金	0	30,50,37	0.01918733 746	0.0030054 72607	11,36,3 8	0.46780 06	0.096145 11035	0.0363071 3797	0.030359 78407	13	28
第一金	0.05	21,35,46	0.03333912 727	0.0008374 709739	9,36,46	0.56965 28132	0.008301 064272	0.0331515 3923	0.033377 34089	10	22

第一金	0.1	30,35,35	0.03228589 264	0.0020330 50794	9,36,49	0.52428 82498	0.037375 61736	0.0334037 111	0.034125 47798	10	19
第一金	0.15	26,35,40	0.03150464 264	0.0012871 9646	5,12,10	0.45341 99741	0.017101 17533	0.0334542 7825	0.034650 6658	10	43
第一金	0.2	22,35,48	0.02861995 213	-0.0004586 768874	5,12,10	0.46556 55449	-0.022942 17803	0.0294324 9453	0.035166 85348	10	42
中租-KY	0	30,42,50	0.05536536 606	-0.0095706 02137	14,44,3 3	0.93088 95565	-0.291970 961	0.0977152 0861	0.066973 22831	13	17
中租-KY	0.05	19,44,26	0.07714308 119	-0.0087011 80767	15,49,1 3	1.25039 4418	-0.239476 681	0.1220513 172	0.072539 27957	10	14
中租-KY	0.1	16,44,29	0.07327701 886	-0.0095790 26751	12,49,1 6	1.23827 3802	-0.206483 9373	0.1334652 445	0.062575 04409	10	14
中租-KY	0.15	16,44,29	0.07327701 886	-0.0095790 26751	10,49,1 8	1.10547 0836	-0.206483 9373	0.1334652 445	0.062575 04409	10	13
中租-KY	0.2	17,49,13	0.06801291 886	-0.0085584 52361	6,50,20	1.07296 2749	-0.175715 5558	0.1355144 334	0.065935 54417	11	14
合庫金	0	23,45,49	0.02962091 171	-0.0052838 38903	5,49,31	0.37252 31204	-0.174677 248	0.0523804 2103	0.031963 29727	10	26
合庫金	0.05	16,49,26	0.03228101 033	-0.0071081 2631	13,49,2 5	0.52859 74197	-0.176988 6509	0.0285831 8152	0.036103 1142	12	15
合庫金	0.1	10,48,32	0.02986341 543	-0.0049739 36036	10,49,3 1	0.45671 69677	-0.121841 7537	0.0270495 6381	0.036292 91706	12	14
合庫金	0.15	12,48,43	0.03244348 324	-0.0051080 27071	7,48,26	0.41602 32519	-0.115545 1004	0.0317755 8175	0.038061 4762	10	18
合庫金	0.2	10,48,45	0.03173008 155	-0.0066597 2472	9,48,45	0.39091 6791	-0.137895 9462	0.0335144 5695	0.038362 71344	10	12
台積電	0	22,51,47	0.05755141 826	0.0073674 57456	7,36,6	1.17123 1866	0.317896 4057	0.0518128 8018	0.030288 63493	12	55
台積電	0.05	23,51,46	0.06364529 677	0.0052092 6872	5,36,8	1.12981 3457	0.150494 7462	0.0444606 5582	0.033180 83616	10	38
台積電	0.1	19,49,31	0.06184467 566	0.0057027 95514	5,36,8	1.07545 9365	0.147965 4718	0.0556539 0595	0.034896 02977	10	35
台積電	0.15	15,51,42	0.05522602 861	0.0037396 64317	5,13,11	1.22578 9726	0.082492 15588	0.0535333 0951	0.034478 99121	10	43
台積電	0.2	13,51,37	0.05227594 888	0.0053992 08318	5,13,10	1.21911 9853	0.116594 347	0.0435592 9115	0.035397 95591	10	39
華碩	0	16,45,11	0.02234040 122	-0.0064061 32348	18,45,7	0.85002 86131	-0.233082 2604	0.0472697 8336	0.038599 25826	28	33
華碩	0.05	12,45,48	0.02315223 653	-0.0075537 89661	7,45,18	0.85353 34558	-0.248031 3565	0.0499764 4422	0.040067 65679	22	31
華碩	0.1	29,36,49	0.02315634 378	-0.0075537 89661	6,45,20	0.80197 11953	-0.248031 3565	0.0829376 4285	0.040067 65679	12	31

華碩	0.15	30,36,48	0.02443416 913	-0.0077826 92378	5,45,29	0.77524 72234	-0.248031 3565	0.0837850 1609	0.040666 31597	12	28
華碩	0.2	28,42,43	0.02332311 474	-0.0079673 80915	5,45,29	0.73034 21503	-0.246620 5335	0.0641522 7197	0.041302 95473	11	27
廣達	0	23,28,47	0.03767919 778	-0.0012017 53109	5,28,47	0.72671 38497	-0.079220 38893	0.1000818 611	0.050075 27786	14	29
廣達	0.05	17,27,44	0.04314795 12	-0.0001297 507967	17,27,4 4	0.71878 29048	-0.040039 62829	0.0900160 853	0.052271 89516	14	14
廣達	0.1	17,27,44	0.04314795 12	-0.0001297 507967	17,27,4 4	0.71878 29048	-0.040039 62829	0.0900160 853	0.052271 89516	14	14
廣達	0.15	17,27,44	0.04314795 12	-0.0001297 507967	17,27,4 4	0.71878 29048	-0.040039 62829	0.0900160 853	0.052271 89516	14	14
廣達	0.2	17,27,44	0.04314795 12	-0.0007105 600682	17,27,4 4	0.71878 29048	-0.054740 39968	0.0900160 853	0.053175 48924	14	14
研華	0	30,49,38	0.03071087 811	-0.0117673 3452	9,18,23	0.72954 20599	-0.401810 0896	0.0732348 1883	0.044587 77062	14	35
研華	0.05	30,49,49	0.03877680 811	-0.0082908 13799	7,18,27	0.76838 00731	-0.277214 8717	0.0833781 9581	0.043484 49701	10	33
研華	0.1	22,50,40	0.04113665 621	-0.0110558 5732	8,13,13	0.84389 0259	-0.320355 7315	0.0805737 3732	0.043439 70126	11	39
研華	0.15	20,50,43	0.04151987 394	-0.0110558 5732	7,13,14	0.93678 03188	-0.320355 7315	0.0861544 4645	0.043439 70126	11	39
研華	0.2	20,50,43	0.04151987 394	-0.0110558 5732	6,13,10	0.94510 87652	-0.320355 7315	0.0861544 4645	0.043439 70126	11	44