

明新科技大學

企業管理系

畢業專題研究報告

類神經網路在股票價格預測及投資之應用—以  
台積電及聯電為例

學生：楊佳純 陳家欣  
蔡宜珍 陳映羽

指導老師：徐志明 老師

中華民國一百零六年十二月

明新科技大學  
企業管理系  
專題製作委員會審定書

楊佳純 陳家欣  
蔡宜珍 陳映羽之畢業專題研究報告

題目：類神經網路在股票價格預測及投資之  
應用—以台積電及聯電為例

經本系委員會審議認為符合本系標準

指導老師： 涂志明  
口試委員： 曾慧玲 陳永琦

中華民國一百零六年十二月

# 授權書

茲授權明新科技大學企業管理系將本組畢業專題研究報告：

**類神經網路在股票價格預測及投資之應用—以台積電及聯電為例**

以電子出版品方式發行，例如將著作儲存於光碟，以光碟形式發行，或與電腦網路連結，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱讀、列印等，得不限時間與地域，為學術研究目的之利用。

立授權書人聲明並保證對上述授權之著作擁有著作權，得為此授權。唯本授權書為非專屬性之授權，立授權書人對上述授權之著作仍擁有著作權。

立授權書人：

授權人	e-mail
楊佳純	2pmapink0318@gmail.com
蔡宜珍	jenil2334@gmail.com
陳映羽	wts1246@gmail.com
陳家欣	mm0968127680@gmail.com

中華民國一百零六年十二月

# 摘要

現在是低利率時代，若只是單純的把錢存放在銀行裡，是無法讓自己獲得更高的利潤，因此要學習投資理財，是現在一大熱門話題，如何把錢有效率的分配並應用，讓錢可以利滾利，得到更大的效益。此外，投資理財的工具也變得多樣可以選擇，像是股票、基金、保險、定存等投資工具。其中多數人運用最多且最廣的投資理財工具，不外乎就是股票，因為一般投資人的買賣直覺就是買低賣高，賺取差價，所以相對其他投資工具來說股票是較容易入門上手，不過一般投資者獲得股票的資訊來源，大部分都來自電視、網路及報章雜誌等，因此容易造成股票市場獲得的資訊不完整或是分析預測的資料不夠完善，而做出錯誤的判斷，進一步使股票的獲利不如預期及提高獲利的風險。

因此本研究以倒傳遞類神經網路建構模型來預測股價，並以聯電及台積電為例作為比較。本研究分成兩部分，先是計算多項技術指標，並將算好的技術指標正規化後將資料分群，我們再把正規化後的資料分成測試組及訓練組來建構類神經網路模型，找到合適的最佳解，其中合適的最佳解是指動量及學習率的最小誤差值，再把驗證組的資料套進我們所建構的類神經網路模型中，驗證我們所建構的類神經網路模型是否可以準確的預測股價。另一部分則是直接將蒐集到的股票交易資料做正規化及資料分群的步驟，最後將兩邊所得到的結果，進行股票的預測及投資績效的比較。

最後，透過投資績效的比較，從我們的分析數據中可看出台積電及聯電的股價報酬是有經過挑選的重要技術指標比股票交易資料的報酬率較佳；再者，從模擬投資中得到聯電的股票交易資料的股價報酬率是負值，而我們進一步的分析，發現可能原因是當時的股價波動率大，造成預測困難，使預測結果不正確，而做出錯誤的判斷導致賠錢。另外也會受到股價市場及公司經營狀況等因素變化影響，因此在預測股價時都會有風險存在的可能性。

**【關鍵詞】** 股價預測、股票投資、技術指標、倒傳遞類神經網路、相關係數

## 誌 謝

首先，誠摯地感謝我們的指導老師—徐志明教授悉心地教導，並提供良好的討論研究室讓我們使用，且在本次的專題研究中老師讓我們學習到從未接觸過的東西，例如：類神經網路、技術指標及蒐集了很多關於股票投資及預測的資料，統整並分析股票數據等，每個步驟皆是老師帶領我們一一去探討，讓我們在製作專題中增進知識並且能順利完成。

再者，感謝彭莉雅學姊能在忙碌之餘還關心我們的專題進度，當我們遇到疑惑或不知道該如何解決問題的時候，學姊會提供我們一些建議及改善方法，讓我們迎刃而解；另外，我們與學姐使用同一間研究室，所以平常也會利用課餘時間互相交流彼此的生活近況，增進與學姊之間的深厚情感。

最後，感謝彼此專題同學，共同努力完成這項充滿挑戰的專題，一開始，老師要我們蒐集股價預測及投資的相關資料並簡述內容，當下我們不知道該從何下手，於是我們一起上網找資料並一起到圖書館翻閱文獻等，後來老師又交付了幾項任務，我們都會互相討論並設法解決它，在這過程中建立了彼此從無到有的革命情感，也磨練出我們對事情的應變能力及做事態度，日後就算遇到困難也能勇於面對挑戰。

# 目 錄

審定書	1
授權書	2
摘要	3
誌謝	4
目錄	5
表目錄	6
圖目錄	7
第一章 緒論	8
第一節 研究背景與動機	8
第二節 研究目的	8
第三節 研究流程	9
第四節 研究限制	9
第二章 文獻探討	10
第一節 股票投資及預測相關文獻	10
第二節 技術指標	13
第三節 類神經網路	16
第四節 相關係數	19
第三章 研究方法	20
第四章 實例驗證與分析	23
第一節 蒐集每日交易資料	23
第二節 計算技術指標	23
第三節 正規化	24
第四節 篩選重要變數	25
第五節 訓練與測試資料分群	26
第六節 建構類神經網路	27
第七節 股票預測	29
第八節 股票投資	30
第九節 投資績效比較	32
第五章 結論與建議	34
第一節 研究結論	34
第二節 未來研究建議	35
參考文獻	36

## 表目錄

表 2.1 類神經網路應用相關例子統整	17
表 3.1 本研究收集資料範例	21
表 4.1 本研究收集資料範例	23
表 4.2 交易資料轉換成 14 個技術指標	24
表 4.3 將數值正規化的部分資料	24
表 4.3 將數值正規化的部分資料(續)	25
表 4.4 資料分群後 Training & Test 資料和 Validation 資料的筆數及比例統整	26
表 4.5 篩選及未篩選重要變數之最小誤差值	28
表 4.6 股價預測	29
表 4.6 股價預測(續)	30
表 4.7 股票投資的買賣部分過程表	31
表 4.7 股票投資的買賣部分過程表(續)	32
表 4.8 股價投資預測及報酬率	32

# 圖目錄

圖 1.1 研究流程圖	9
圖 2.1 倒傳遞類神經網路架構圖	18
圖 3.1 研究方法程序圖	20
圖 4.1 技術指標與隔日收盤價之相關係數絕對值	25
圖 4.1 技術指標與隔日收盤價之相關係數絕對值(續)	26
圖 4.2 類神經網路架構圖(以聯電為例)	27
圖 4.3 股價波動圖	33



# 第一章 緒論

本章節將探討研究背景與動機及目的，了解並掌握此研究方向，另外也介紹整個研究的流程。

## 第一節 研究背景與動機

台灣金融市場目前狀況有很多，像是國內存款利率低、原物料價格上漲，國際上的經濟停滯及不確定性等，這些原因導致一般投資者無法獲得更多的利潤，因此為了賺取更多的財富，一般投資人常會使用以下這些投資工具，像是股票、基金、保險、定存等。其中運用最多且最廣的投資理財工具，不外乎就是股票，因為一般投資人的買賣直覺就是買低賣高，賺取差價，所以相對其他投資工具來說股票是較容易入門上手，不過一般投資者獲得股票的資訊來源，大部分都來自電視、網路及報章雜誌等，因此易造成股票市場獲得的資訊不完整或是分析預測的資料不夠完善，而做出錯誤的判斷，進一步使股票的獲利不如預期及提高獲利的風險。

因此，有很多學者針對股票投資及預測做了多項的研究，其主要研究都以技術面或基本面來分析股票投資及預測的狀況。另外，近年來人工智慧的技術也盛行發展，可以用來處理大量的數據，例如：類神經網路(Artificial Neural Network, ANN)、人工蜂群演算法(Artificial Bee Colony, ABC)、支援向量迴歸(Support Vector Regression, SVR)等，再加上科技發達，電腦處理數據的速度也加快，因此我們想透過倒傳遞類神經網路建構模型，來預測並分析股價漲跌的情形，讓一般投資者能更有效率的掌握股價漲跌的方向。

## 第二節 研究目的

本研究運用倒傳遞類神經網路來預測股票隔日的收盤價，並以台灣半導體產業較具代表性的兩家企業為研究對象，透過兩家公司的股價分析比較，可得知公司股價預測的準確性和股票投資的報酬率。以下是我們的研究目的：

1. 用相關係數挑選出與我們股價相關的重要技術指標作為預測變數。
2. 用挑選出的重要技術指標建構模型來預測未來股價漲跌。
3. 利用過去的股價資料進行投資模擬。
4. 將投資模擬結果計算投資報酬率及進行投資績效比較。

### 第三節 研究流程

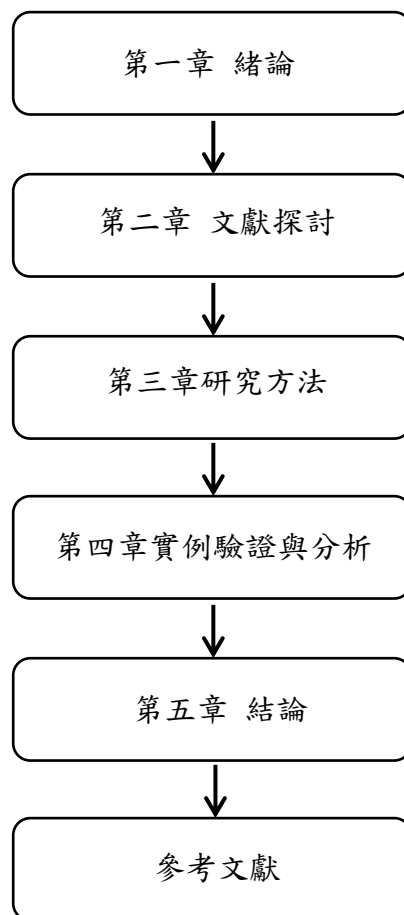


圖 1.1 研究流程圖

### 第四節 研究限制

由於實際資料中有很多影響變數，本研究為了避免影響因子使過程複雜化，因此設立一些限制條件，以下是我們本研究的限制，包括下列幾點：

1. 假設技術指標與隔日收盤價有密切關係。
2. 假設其他會影響隔日收盤價的因素皆不考量。
3. 假設股價購入的手續費及其他相關費用皆不列入考慮計算。
4. 採用倒傳遞類神經網路預測模型，雖然利用試務法找出參數，但無法保證是最佳解。

## 第二章 文獻探討

### 第一節 股票投資及預測相關文獻

林逸婷(2010)以倒傳遞類神經網路來預測股價，並加入一些技術指標，其中包含隨機指標、相對強弱指標、指數平滑異同移動平均線、動向指標、乖離率、全體外資與融資餘額等來加強股價預測能力。實驗結果顯示並非所有股票皆能獲得正報酬。所以即使倒傳遞類神經網路可以運用在股價預測上，但其需要輸入適當的變數，否則，將會影響股票投資的報酬及股價預測的準確度。

廖凡宇(2010)認為現代的經濟環境快速改變造成股票市場的風險越來越高，且在這個資訊取得容易的時代，吸引更多的投資者投入股票市場的研究。但是股價的趨勢難以預測，因此投資者必須考慮下列四點：(1)要如何正確的選股。(2)必須考慮到進場買股的時機點。(3)要有一套交易策略。(4)最後是購買的投資組合。作者使用類神經網路配合八項投資技術指標(KD、RSI、MA、MACD、WMS%R、AR&BR、MTM、TAPI)來建構一個預測股票市場漲跌趨勢之智慧型預測模式。此預測模式的目的是輔助經驗不足的投資大眾，能在股票市場做正確的投資判斷。運用類神經網路所建構的智慧型股價預測系統，不但可以節省小額投資者的選股時間，且可以降低投資風險，使小額投資者不因股市波動，而投資血本無歸。

林威良(2011)先以基本面分析各公司財務狀況，特別是財務指標這部分，包含財務結構、償債能力、經營能力、獲利能力和現金流量等，再運用線性多項式與多項式迴歸的方法來求出股價。研究結果顯示財務因子權重可信度高於83%時，選取的上市公司有39家，這39家上市公司在預測股價漲跌之準確率為58.57%~64.71%，可得知股價對於財務因子權重可信度越高時，準確率越高，這對於未來預測股價漲跌與股價變動，具有一定參考的程度。

劉佳倩(2011)表示經濟遲緩與通膨造成的影響下，投資理財受到了人們的關注。作者的研究是利用 Markowitz 的平均數-變異數模型(Mean-Variance Portfolio Model, M-V 模型)作為基礎，再分別考慮上下的標準差來修正模型，並用人工蜂群演算法(Artificial Bee Colony, ABC)、變動鄰域搜尋法(Variable Neighborhood Search, VNS)、模擬退火演算法(Simulated Annealing, SA)和禁忌搜尋演算法(TABU Search, TS)來比較在不同時間與規模下的模型，結論得到人工蜂群演算法的成果最好。

張瑜庭(2011)運用萬用啟發式演算法(Metaheuristics)中的和弦演算法(Harmony Search, HS)來求解，提出了十一種不同的和弦演算法架構，利用 OR-Library 提供的五種全球性股市，其資料介於1992年3月與1997年9月之間，並以模擬退火法(Simulated Annealing, SA)、禁忌搜尋法(Tabu Search, TS)與變動鄰域搜尋法(Variable Neighborhood Search, VNS)進行比較。實驗結果顯示以和弦演算法求得的結果其各項表現都優於其他方法，因此，和弦演算法是多目標投資組合最佳化的最優解決方法。

蘇偉庭(2011)採用幾項可能會影響到公司未來短期股價變動的相關變數來做分析比較，所以從每一季的財報當中選取了每股盈餘、每股淨值與每季財報公佈前公司股價變動的情況作為參考。從以上的參數可以發現到在股票市場中，股價是難以預測又變化

的快速，為了要降低在股票市場投資失敗的風險，許多的投資人會透過多種方法或工具來分析預測。

作者採用 2005 年第 2 季至 2011 年第 3 季的台灣上市公司的財報資料與每季財報公佈前的股價，以倒傳遞類神經網路、廣義迴歸類神經網路和自組織映射神經網路來建立預測模型，了解公司發佈每季財報後的短期股價變動情況。在不同的持平範圍（設定為 0% 至  $\pm 5\%$ ）和判定準則的情況下，股價變動的情況可分為上漲、持平與下跌。而現況的財報分析大多是以報酬率的角度來預測未來股價的變動，比較少有同時用個股和類股的角度來探討未來的短期股價。從作者的實驗結果能證明財務資訊可以反應出公司真正價值與股價的變動，但是並非所有的上市公司在經過預測模型的分析後，都有好的預測準確度。容易受到財報影響股價的公司大多為傳產業的公司，包含水泥、鋼鐵、油電與金融業。若想達到提高獲利機會與減少投資失敗風險的投資人將可在財報公佈之後，關注那些預測準確度較高的公司，降低自己可能投資失敗的風險。

危惠美(2012)認為現今全球經濟壓力之下，許多人會藉由投資理財賺了一筆作為額外收入，而股票是一種公開且容易取得資訊的工具，於是利用類神經網路(Artificial Neural Network, ANN)進行股價的預測，且類神經網路具有較高的準確度也不受限於常態分配假設，還可以處理非線性問題等優點。作者以財務指標作為研究變數，運用類神經網路裡的倒傳遞類神經網路以系統化的實驗排程，達到節省時間與成本，實驗結果證實了利用倒傳遞類神經網路可提高股價預測的準確度，且網路預測的功能取決於網路參數的設定、網路架構設計及問題的複雜度，若能夠選取適合的參數及網路架構，則分析結果會更加顯著。

陳威愷(2012)採用台灣所有上市櫃公司作為研究對象，利用區別分析及類神經網路中的自組織特徵映射(Self-Organizing Maps, SOM)進行分群，期間為 2009 年至 2011 年，分為長、短期持有投資，先以本益比、殖利率、股價淨值、每股盈餘等條件為第一次分群，選出 44 家符合條件的公司，以民國 98 年 1 月 5 日為基準，分別計算每個月的報酬率，再從 44 家公司利用持有 3 個月、6 個月、9 個月以上做為第二次群集分析。

研究顯示短期投資較適合以自組織特徵映射類神經中的逐步區別變數作分析，但是與實際市場上有些差異，另外長期投資較適合以區別分析，且跟實際市場上較為相同。

張哲綸(2012)以移動平均線(Moving Average, MA)、隨機指標(Stochastic, KD)、調量移動平均線(Volume Adjusted Moving Average, VAMA)和簡易波動指標(Ease of Movement Value, EMV)四項技術指標，再運用倒傳遞類神經網路對歷史股票資料建立股價預測模型，並根據修正式移動平均值(Modified Moving Average, MMA)進行股價走勢預測。實驗結果顯示倒傳遞類神經網路模型在驗證中最大誤差範圍介於 77.88%~98.30%，平均誤差範圍介於 88.79%~99.35%；在模型預測中誤差範圍介於 90.59%~99.88%，表示本研究建立之倒傳遞類神經網路模型使用修正式移動平均值方式可高達九成以上的預測能力，此預期可應用在實際股票交易市場。

許澤林(2012)利用 MATLAB 軟體中的 Neural Network Toolbox 函數，再加上 2007 年 01 月 05 日至 2012 年 05 月 28 日台灣 50 的每股股價、交易量、K 值與 D 值的歷史資料，建構出一個預測股票投資買賣時機的預測性類神經網路模型。而實驗透過輸出的

線圖走勢結果顯示輸出結果具有不錯的預測性，但實驗所能預測的並非股價的直接漲跌，而是股價漲跌的變化量。

楊宗勳(2013)發現近年來衍生性的金融商品多到令人不知該如何選擇，另外投資者大多為一般型的散戶，使得無法獲取專業投資的分析資料加上資訊不對稱，導致投資績效不佳，處於劣勢。因此，作者希望透過績效佳的股票型基金投資經驗及投資策略組合，來提供簡易的投資股票參考分析法。利用六項基金績效評估指標，包括：年化標準差、貝塔(Beta)指數、夏普(Sharpe)指數、詹森(Jensen)指數、特雷諾(Treynor)指數、資訊比率(Information Ratio)，及 K-mean 集群分析法，來了解並分成三種股票型基金的投資類型：高報酬、高風險型、穩定型及平衡型，其中平衡型人數占最多，高達 53%。資料依據共同基金市場中的國內股票型基金為實證對象，共有 197 家，期間為 2012 年 01 月 01 日到 2012 年 12 月 31 日，並採 SITCA(中華民國證卷投資信託暨顧問商業同業公會)公布的資訊。發展出散戶投資人策略分析法三步驟，一為分析股票基金的投資屬性類型，二為分析不同屬性基金的股票投資組合，三為模擬投資並檢視績效。

謝佳誼(2013)利用隨機指標(Stochastic Line, KD)、相對強弱指標(relative strength index, RSI)、指數平滑異同移動平均線(Moving Average Convergence and Divergence, MACD)、乖離率(BIAS)、能量潮指標(On Balance Volume, OBV)、量強弱指標(Volume Ratio, VR)及心理線(Psychological Line, PSY)七項技術指標探討技術分析是否可以用來預測未來股價，獲取更好的報酬。以金融股與金融期貨指數報酬率作為研究標的，應用主成份分析法嘗試對台灣金融市場中量、價與心理線等技術指標簡化為一個主成份指標，分別對現貨與期貨報酬率進行探討，進而檢驗該技術指標的有效性。實證結果發現，加入落後一期的主成份為解釋變數後，可提高解釋力，故技術指標具有有效性，投資人可藉此善用技術指標，做出最佳選擇，便能讓投資收益顯著。

陳昌捷(2015)認為技術分析中的技術指標是由股價、成交量及漲跌指數等數據，以統計數學的方法計算而得到。對股票市場的量價等關係加以統計分析，從過去的變動中去預測未來股價的變化趨勢。一般投資人較常參考的指標有相對強弱指標(RSI)、隨機指標(KDJ)、趨向指標(DMI)、平滑異同移動平均線(MACD)、能量潮(OBV)、心理線(PSY)、乖離率(BIAS)等。隨著網際網路等資訊科技的發達，股票市場的資料已經數位化，一般投資人取得資訊較方便。但這些龐大而複雜的資料，也使得投資人們在短時間內取得需要加以整理、分析。

曾鈺翔(2016)使用技術指標中的隨機指標(Stochastic Line, KD)、相對強弱指標(relative strength index, RSI)、指數平滑異同移動平均線(Moving Average Convergence and Divergence, MACD)、乖離率(BIAS)以及威廉指標(Williams Overbought/Oversold Index, WMS%R)做為技術分析指標，以 2011 年至 1 月至 2015 年 12 月台灣 50 指數股票型基金(ETF)及中型 100 ETF 的股價資料作為研究樣本，並將股價資料送入灰色預測 GM(1,1)模型中，取得白化前及白化之後的結果並計算各別的技術指標，再將白化前後的股價收盤率及技術指標進行格蘭傑因果關係檢定(Granger causality test)及送入 VAR 模型中，其實證結果發現白化前後股價報酬率以及技術指標間均存在因果關係，但再經過白化後的資料顯示出更多的雙向反應，更是提升了 RSI 以及 W%R 對於股價報酬率之

解釋能力，說明了技術指標在台灣市場中對於股價有一定的預測能力。

簡壬申(2017)運用類神經網路中之倒傳遞類神經網路模型進行預測，研究標的是以台灣 50 股 2006 年 1 月到 2015 年 12 月的股票資料，並運用移動式窗法，將前 4 年的資料來預測 4 年後的報酬率，另外加入本益比、融資使用率、融券使用率、現金股利率、股利值利率、券資比等六項基本指標，與消費者物價指數、消費者信心指數、台灣勞動參與率、新台幣兌美元匯率、進出口貿易差額、一年期定存利率等六項總經指標作為變數。經由作者實驗設定買、平、賣的交易行為，將各月股票報酬率加總所得的投資組合進行績效分析，整體投資報酬率為 5.1889%；預測投資方向準確率為 57.02%。所以投資人可透過類神經網路以及合適的基本指標與總體經濟指標，營造出一個好的投資環境。

## 第二節 技術指標

技術指標是指在技術分析領域中，運用股價、成交量及漲跌家數等數據，經由各種不同公式運算，計算出來的時間數列值。因此技術指標是在分析股價中不可缺少的工具之一。本章節會探討本研究中運用到的技術指標的相關文獻及應用方法。

### (一) 移動平均線

移動平均線(Moving Average, MA)是一種分析時間序列數據的工具，人們較常利用股價、回報或交易量等變數計算出移動平均數，可撫平短期波動，反映長期趨勢或週期。MA 依時間週期長短來區分，可分為短期均線、中期均線及長期均線，而依計算方法則可分為算術均線、加權均線、指數平滑均線。

移動平均線的優點包括：具有趨勢性，可以避免人為短線收盤作價的陷阱，而顯示真正的股價；穩定性，不會因為每日股價振動大而影響，較能反映股價的走勢，故時間愈長穩定性愈高；平滑性，擁有平滑股價波動的作用，使股價波動較為平滑均勻。

另外，移動平均線的缺點包括：入市訊息太少，跟隨趨勢指標，若失去入市機會就難再提供入市訊息；難以估計市場漲跌的阻力及支持，當一個上升大趨勢出現後，MA 通常都會落後於價位，所以只能得到支持位，無法評估阻力位；難以捕捉中期浪頂，在上升趨勢中，MA 只可用作價位回落的支持線，但無法滿足中線投資者捕捉中期浪頂的要求。

### (二) 乖離率

乖離率 (Bias Ratio, BIAS) 衡量平均移動線和股價之間的指標差距，是一種簡單又有效度的分析工具，在計算過程中基期的選擇十分重要，若股價在均線之上，則為正值；反之，則為負值。當收盤價大於移動平均價時的乖離率，稱為正乖離；反之，稱為負乖離。

正乖離越大表示「超買」，先不要追高買進，可能會有股價下跌的壓力；負乖離越小則表示「超賣」，不要急著殺低賣出，可能有股價上升的希望，只要有變化股價就會有平均成本移動作調整的機會。但是單獨使用乖離率會有買賣點不明確的缺點，僅能解釋發生反轉的機會增加，還需要其他的經驗法則和其他分析的工具作為判斷依據。

乖離率能夠客觀的衡量股票是漲多或是跌深，並找出好買或賣點的移動平均線，就趨勢而言，股價一定會傾向靠近平均線來移動。但是若乖離率遇到股價長期盤整或緩漲

緩跌的情況則可能無法發揮效果到最後，在使用技術指標時，要固定使用一種或幾種技術分析工具，並定期作調整修正，才能提高投資勝率。

### (三) 指數平滑異同移動平均線

指數平滑異同移動平均線(Moving Average Convergence and Divergence, MACD)是利用兩條不同天數平均線的差異值，作為買賣趨勢判斷的依據。

換句話說，DIF 線對股價反應快，MACD 線對股價反應慢，綜合兩種均線可以判斷買賣的進場時機，MACD 是以長天期移動平均線作為大趨勢的基準，而短天期移動平均線作為趨勢變化的判定，當兩平均線交會時，代表趨勢已發生反轉，所以，MACD 是確立波段趨勢的重要指標。

MACD 所取得天數比較長，較能掌握大盤漲跌趨勢，因此適合中長期投資人作為研判買賣的依據。

### (四) 隨機指標

隨機指標 (Stochastic Line, KD) 可分為 K 值與 D 值，適用範圍以中短期投資的技術分析為最佳。當股價市場處於熱絡的牛市時，收盤價愈接近當日最高價；反之在悲觀低落的熊市時，收盤價就會接近當日的最低價，此指數的目的即在反映近期收盤價在該段日子中價格區間的相對位置。

當 K 值大於 D 值時，表示目前是向上升漲的趨勢，所以圖形上的 K 線會由下往上突破 D 線，即為買進的訊號，稱之為 KD 黃金交叉；當 D 值大於 K 值，顯示目前是向下跌落，所以圖形上的 K 線會向下跌破 D 線，此為賣出訊號，又稱為 KD 死亡交叉。KD 指標是從威廉指標發掘，不過威廉指標只能判斷股票的超買超賣現象，而 KD 指標則結合移動平均線的觀念，對短期行情走勢較能作為準確的買賣信號依據。

### (五) 動量指標

動量指標 (Momentum, MTM) 是用來分析股價波動速度為目標的一種技術指標，研究股價在波動過程中的各種加速、減速、慣性作用及股價漲跌的現象。波動中的股價動量變化可透過每日的動量點連成的曲線反映，而在動量指數圖中，動量以 0 為中心線，中心線上部是股價上升地帶，下部是股價下跌地帶，水平線代表時間，垂直線則代表動量範圍。根據股價波動情況可從中反映出股價波動的速度。

如果只用動量值來分析研究，會顯得過度簡單，若在實際中再配合一條動量值的移動平均線使用，能形成快慢速移動平均線的交叉現象，用來對比修正動量指數，會有不錯的效果。透過計算股價波動的速度，了解股價進入強勢的高峰和轉入弱勢的低谷等不同訊號，作為判斷股價屬於超買或超賣的依據，因此動量指標成為投資者較喜愛的一種測試工具。

### (六) 變動率指標

變動率指標(Rate of Change, ROC)是判斷股價上升或下降的變動速率指標，其特性為(1)表示股價的上升或是下降的速率大小(2)變化超前股票價格的變化(3)折變化有一定範圍。若ROC上升，代表股價有所上升，反之下跌。當超買的ROC上升到最高的位置時，代表賣出的信號，相反的，超賣的ROC往下降到最低位置時，則代表買入信號。

### (七) 順勢指標

順勢指標(Commodity Channel Index, CCI)屬於超買超賣的一種指標，是判斷「非正常」走勢最準的一個技術指標。CCI指標是針對股價異常波動而設計，可分為三個運行區間：+100以上為超買區、+100到-100之間為震盪區、-100以下為超賣區。最早是用於期貨市場的判斷，後來運用於股票市場的研判，而CCI最具價值的地方就是研判短線反彈的頂點和短線回調的底部拐點的功能，故在眾多技術指標中，CCI指標以它特有的研判功能，成為指導短線操作最常用的技術指標。

#### (八) 相對強弱指標

相對強弱指標(relative strength index, RSI)是一種呈現常態分配的動能指標，主要以股價上漲與下跌的趨勢判斷市場是否超買或超賣，來決定該買進或賣出股票。當  $RSI < 20$ ，表示股價跌幅已深，為買進訊號；若  $RSI > 80$ ，則表示股價漲幅已高，為賣出訊號。但若當天股價情形波動幅度很大，上下影線很長時，而當天RSI值僅考慮收盤價，因此時RSI無法真正反映出大盤指數走勢。

#### (九) 心理線

心理線(Psychological Line, PSY)指標是以心理面來推測人氣聚散的指標，投資人的心理會受股價連續上漲或下跌而感到過度樂觀或悲觀，而影響本身所作的理性投資策略。因此，為了衡量多數人看多或看空，即可使用指標，不取漲跌的數值，只取漲跌的原因，是因為人們在感覺後勢時，漲跌發生頻率的重要性會比漲跌的數值來得重要。PSY雖可觀察股市中看漲看跌的人氣及資金聚集或渙散的情形也能更客觀的研判股市是否呈現超買或超賣現象；但其缺點在於條件太過簡單，只考慮上漲和下跌兩個變數且沒有明確的買賣訊號僅能顯示大盤走勢的高低價區位置。

#### (十) 威廉指標

威廉指標(Williams Overbought/Oversold Index)可縮寫為WMS%R或是RWMS%R，運用擺動原理來判斷股價市場是否處於超買或超賣的現象，並預測股價市場週期循環的高低點，找出有效的買賣訊號。MS%R指標是用百分比來計算，一般來說超買(Overbought)為超過20%的水平，而超賣(Oversold)為低於80%以下的水平。當WMSR指標由下方的超賣區往上爬而穿過中軸0%時，則表示開始由弱變強，相反由超買區往下跌落，跌破50%中軸線後，則可確認強轉弱，是賣出的訊號。

#### (十一) 意願指標

買賣意願指標(BR)用來衡量買賣意願強度的測試指標，當BR在70%~150%之間時，表示應保持觀望，如果BR超過150%表示買氣活絡，股價強勢上漲，若到了400%以上，則開始進入超買區，要開始注意隨時回檔的可能；相反的，如果BR小於70%表示人氣不足，股價弱勢回檔，到了50%以下，則開始進入超賣區，可隨時留意伺機進場的時點。

由於BR值的擺動幅度比AR值大，單一指標很容易造成誤判，所以通常會選擇搭配AR使用，當AR與BR值同時到達相對高點時，持股應同時獲利出場，相反的，當兩者大幅下挫，則可開始尋找買點準備進場。

#### (十二) 正、負趨向指標

趨向指標(Directional Movement Index, DMI)，又稱為移動方向指數或趨向指數，由技術分析大師威爾德(J. Welles Wilder)開創出來的一組技術工具。主要判斷市價未



來的市場動向，屬於趨勢判斷的技術性指標。透過股票價格在上升及下跌過程中分析每日價格波動之最高、最低及收市價相互比較。

影響動向的指數有三條線：上升指標線，下降指標線和平均動向指數線。三條線均可設定天數，一般以 14 天為基準。必須要先算出趨向變動值 (DM) 上漲或下跌，再分別以 +DM 與 -DM 表示漲跌的趨向變動值。接下來要找出「方向線」(Directional Indicator) 方向線(DI)為探測價格上漲或下跌的指標，最後以正負來表示「上升方向線」(+DI 亦可稱為創新漲勢幅度比率)及「下跌方向線」(-DI 創新跌勢幅度比率)。

### (十三) 量強弱指標

量強弱指標(Volume Ratio, VR)是應用在股票漲跌成交值的比率關係，以成交量的多寡來判斷股價市場是否呈現超買或超賣的情況，進一步找出買賣股票的時機。一般在分析低價區的域時，可信度比較高，但缺點是無法與股價同步同向，所以還得搭配其他指標來判斷。

### (十四) 買賣氣勢指標

買賣氣勢指標 (AR) 是以當天的市價，分別比較當日最高及最低價，並反映市場買賣氣勢。此技術指標是以分析歷史的股價為手段，較著重開盤價格，從而顯示市場的買賣的氣勢，達到預測股價未來動向的目的。

AR 值走高時表示行情活躍，氣勢旺盛，過高則表示股價進入高價，應選擇時機退出；反之，表示氣勢衰退，需要充實，過低則暗示股價可能跌入低谷，可考慮伺機介入。

## 第三節 類神經網路

### 一、類神經網路的介紹

類神經網路(Artificial Neural Networks, ANNs)又稱為人工神經網路，嘗試仿造人類大腦最簡單的神經元系統，因為人類的視覺、聽覺和語言方面由神經系統運作傳輸，為了在語音及影像辨認有與人類大腦相似的功能，科學家從這方面去研究且建立最原始的類神經網路，雖然曾一度研究沒落，但近幾年又再度掀起話題，並結合生心理以及其他科技方法為研究範圍。

1950 年，科學家提出「感知機」(Perceptron)的神經元模型，這是最簡單也是最早的類神經模型；1980 年之前，專家系統(expert system)為當時最流行的人工智慧，加上類神經網路的理論並沒有廣為人知，因此類神經網路並沒有受到很大的焦點；1980 年之後，專家系統開始遇到瓶頸，而類神經網路理論才逐漸受到重視；直到今日為止，類神經網路仍然有新的架構及理論不斷的被提出，配合電腦運算的速度，使得類神經網路的功能更強大，運用的層面也更為廣泛。

類神經網路可以利用系統輸入與輸出所組成的資料，建立系統的模型，有這樣的系統模型便可用於推估、預測、決策、診斷。而常見的迴歸分析統計技術也是一個可使用的工具，因此類神經網路可以視為一種特殊形式的統計技術。

類神經網路的優點包含以下幾項：(1)準確度高，類神經網路可以建構在非線性迴歸的模型，相對於線性迴歸，準確度是很高的。(2)建構能力強，可運用在商業、資訊、工業等，架構較開放，維護及調整也較容易。(3)適應性強，可放入不同種類的變數作

為輸入變數。(4)具容錯特性，因為類神經網路是以分散平行的方法來處理資料，所以當某些神經元損壞時，仍然可以正常的工作。(5)可處理雜訊：一個類神經網路被訓練完成後，即使輸入的資料中有部分被遺失，它依然有能力去辨認樣本。其缺點也有以下幾點：(1)無法得知需要多少神經元個數才為最佳數量，太多或太少的神經元均會影響系統的準確性，因此往往需不斷嘗試才能得到適當的神經元個數。(2)類神經網路中隱藏層可以是一層或二層，且有學習速率等參數需設定，在訓練中須逐一比對何者為最佳設定，工作時間拉長。(3)類神經網路的解有無限多組，無法得知哪一組為最佳解。

## 二、類神經網路的應用

由於類神經網路是仿效人類大腦的結構及功能，所以透過不斷的反覆學習，可應用在多方面的領域上，表 2.1 是我們分成四大領域，並從過去研究中找相關例子：

表 2.1 類神經網路應用相關例子統整

應用領域	應用的例子
商業管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (林哲宇, 2016), 用類神經網路來預測股票市場的轉折點。</li> <li>• (洪文明, 2016), 應用類神經網路並預測拍賣市場中農作物的成交數量。</li> <li>• (范俊海、顏志宇, 2015), 運用類神經網路及迴歸模式對台灣高鐵-左營站的旅運量進行預測，並比較兩個預測能力。</li> </ul>
資訊科學	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (黃怡華, 2016), 應用餘弦正規化與類神經網路在於三維人臉辨識。</li> <li>• (魏上杰, 2016), 運用類神經網路之睡眠效率評估系統。</li> <li>• (林高遠, 2016), 運用在臉部影像疼痛估測上。</li> </ul>
工業	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (潘達強, 2016), 應用類神經網路於切削狀態偵測。</li> <li>• (許登翔, 2016), 利用倒傳遞類神經網路解析藥品與個人保健用品於二階段加氯消毒生成亞硝胺。</li> <li>• (葉書毓, 2015), 應用類神經網路從事鋼筋混凝土基腳的最佳化設計。</li> </ul>
其他	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (余慈鈞, 2016), 利用類神經網路建立環境因子與魚類群聚之間的關係。</li> <li>• (李宜峻, 2016), 利用類神經網路用於記憶體匯流排之訊號完整度分析。</li> <li>• (陳昶吉, 2016), 利用類神經網路於飛輪運動音樂推薦系統。</li> </ul>

### 三、 倒傳遞類神經網路

倒傳遞類神經網路(Back-Propagation Neural Network, BPN)屬於監督式學習網路的一種，是目前類神經網路模式中最具代表性且應用最廣泛的模式。主要架構包含了輸入層、隱藏層及輸出層(如圖 2.1)，輸入層為  $x$ ，裡面的神經元個數就是預測變數的數目；輸出層為  $y$ ，裡面的神經元個數就是應變數的數目；隱藏層裡的神經元個數採用試誤法(Try and Error)，神經元的個數通常設成輸入層裡的神經元個數的 2 倍以內，利用誤差迴歸之後，運用最陡坡降法(Steepest-descent method)進行誤差的修正，修正裡面的權重，讓預測出來的值與原來的值的誤差越小越好。

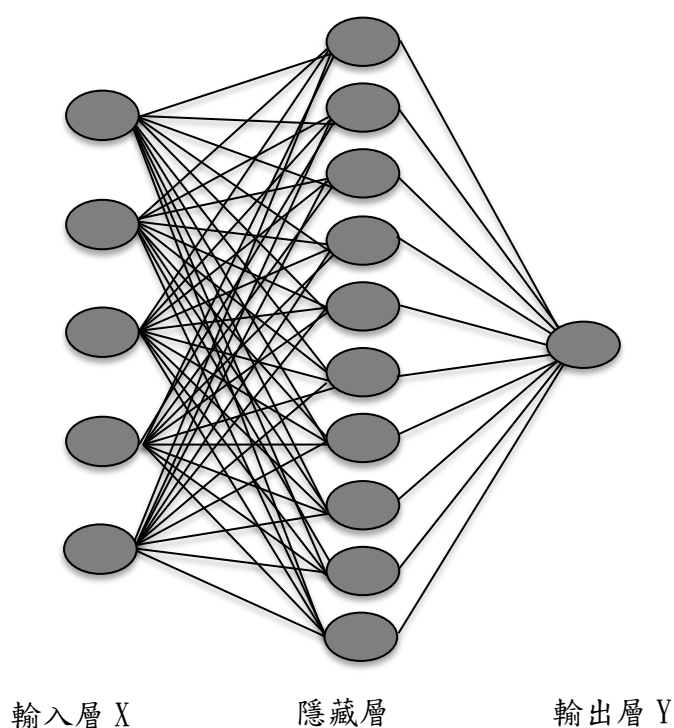


圖 2.1 倒傳遞類神經網路架構圖

## 第四節 相關係數

相關係數(Correlation coefficient)是研究兩個隨機線性相關程度的變數之間的量，從計算過程中可以反映出變數之間的相關關係，按積差方法計算，以兩變數與各自平均值的離差為基礎，通過兩個離差相乘後所反映出兩變數之間的相關程度，公式 2.1 的  $r$  為  $x$ 、 $y$  隨機變數的相關係數公式：

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{公式 2.1})$$

相關係數的特性是衡量兩變數之間是否有線性關係，當相關係數絕對值愈大，表示兩變數之間的線性關係愈強。 $r$  值介於  $(-1, 1)$  之間，當  $r=-1$  時，則  $x$ 、 $y$  隨機變數間呈現完全負向線性相關；反之，當  $r=1$  時，則  $x$ 、 $y$  隨機變數間呈現完全正向線性相關。如果  $x$  與  $y$  為獨立，則相關係數  $r=0$ ，但  $r=0$  時， $x$  與  $y$  不一定為獨立，因為他們可能具有非線性關係。

### 第三章 研究方法

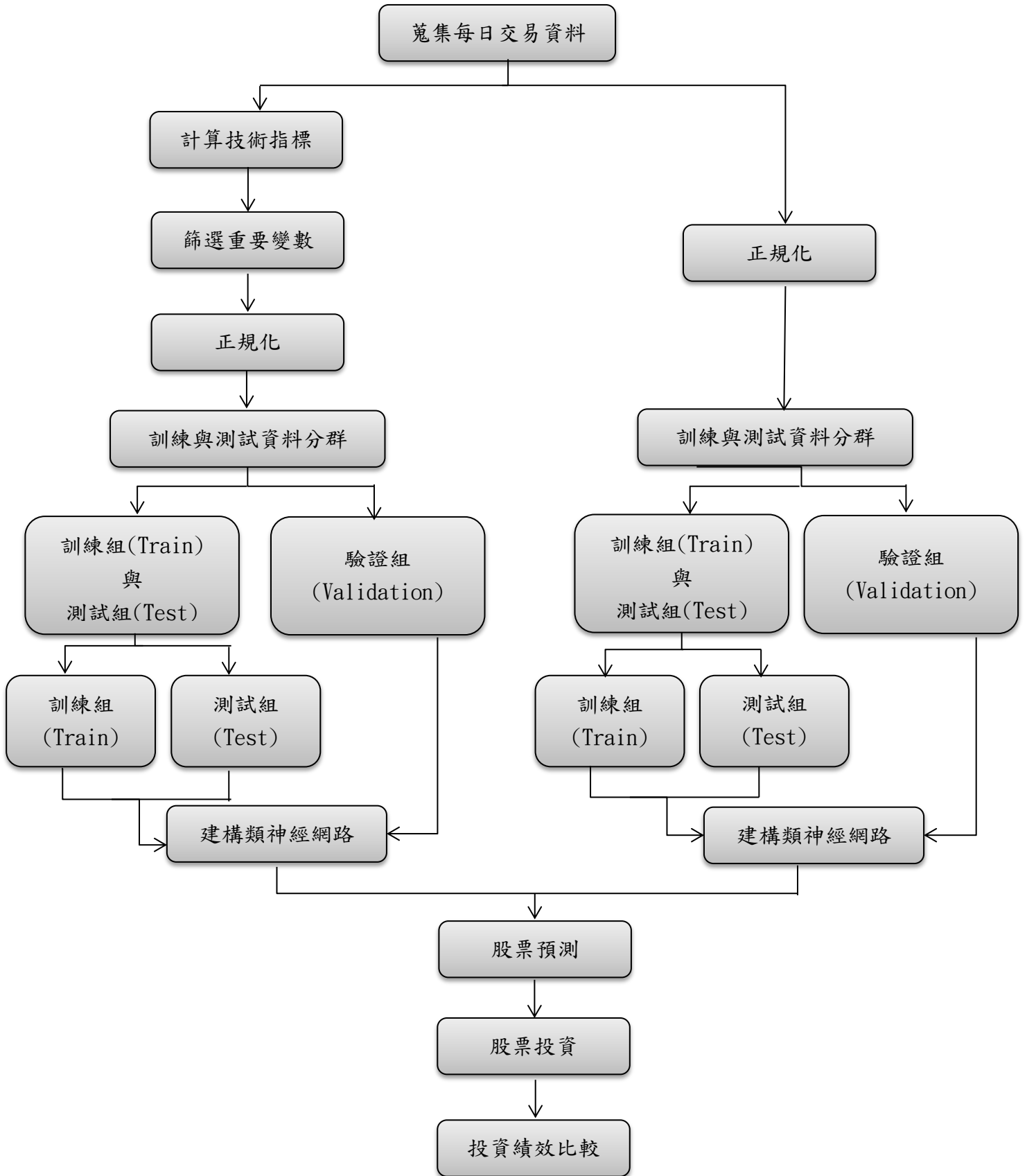


圖 3.1 研究方法程序圖

1. 蒐集每日交易資料：本研究以台灣半導體產業為研究目標，其中以產業中較具代表性的台積電和聯電為研究對象，擷取台灣經濟新報中的每日交易資訊(開盤價、最高價、最低價、收盤價、成交量)作為原始研究資料，表3.1為本研究收集資料的範例。

表 3.1 本研究收集資料範例

2303 聯電					
年/月/日	開盤價(元)	最高價(元)	最低價(元)	收盤價(元)	成交量(千股)
2011/1/3	12.55	12.55	12.4	12.4	32,430
2011/1/4	12.4	12.48	12.36	12.4	27,876
2011/1/5	12.32	12.36	11.9	11.9	89,979
2011/1/6	11.94	12.17	11.86	12.17	42,966
2011/1/7	12.17	12.48	12.13	12.17	70,613
2330 台積電					
年/月/日	開盤價(元)	最高價(元)	最低價(元)	收盤價(元)	成交量(千股)
2011/1/3	58.65	58.73	58.07	58.32	35,747
2011/1/4	58.24	58.73	58.07	58.4	36,048
2011/1/5	58.15	58.32	57.09	57.25	54,327
2011/1/6	57.25	58.24	57.17	58.24	46,802
2011/1/7	58.97	59.88	58.97	59.47	170,328

2. 計算技術指標：將蒐集的每日交易資訊的資料，分別計算出以下十六個技術指標，分別為：(1)移動平均線(MA)、(2)乖離率(BIAS)、(3)指數平滑異同移動平均線(MACD)、(4)隨機指標(K)、(5)隨機指標(D)、(6)動量指標(MTM)、(7)變動率指標(ROC)、(8)順勢指標(CCI)、(9)相對強弱指標(RSI)、(10)心理線(Psy)、(11)威廉指標(WMSR)、(12)意願指標(BR)、(13)正趨向指標(+DI)、(14)負趨向指標(-DI)、(15)量強弱指標(VR)、(16)買賣氣勢指標(AR)。
3. 正規化：由於上述的技術指標，算出的數值結果範圍差異大，為了避免受極端值影響，所以用正規化讓資料數值介於 0~1 之間。以下公式 3.1 為正規化的公式：原始值  $X_i$  減去最小值  $\min(x)$  除以最大值  $\max(x)$  減去最小值  $\min(x)$  的差

$$Y_i = \frac{X_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (\text{公式 3.1})$$

4. 篩選重要變數：先將 16 個技術指標與隔日的收盤價計算出相關係數，再把相關係數由大到小排列，透過折線圖篩選出技術指標與隔日收盤價最大的相關係數，做為重要變數，藉此減少技術指標的使用個數，利於後續建構類神經網路。
5. 訓練與測試資料分群：將資料分成 Training 和 Test 資料及 Validation 資料三個部分，之後再以 3：1 的比例將第一部分 Training & Test 資料用隨機的方式拆成

Training 和 Test 資料。而第二部分的 Validation 資料，則是用來驗證前面 Training 和 Test 資料所建構的類神經網路用來預測股價漲跌的資料是否準確。

6. 建構類神經網路：輸入神經元的個數為技術指標的個數(股票交易資料或經過相關係數篩選後的技術指標個數)，輸出則為隔日收盤價，而隱藏層裡的神經元通常為輸入神經元個數的 2 倍。Momentum (動量)的數值通常是介於 0.75 到 0.95 之間，Learn Rule (學習率)則是介於 0.05 到 0.25 之間。我們利用第一部分的 Training & Test 資料建構完畢類神經後，從中選擇一個誤差值 (Root Mean Square Error, RMSE)最小數值。
7. 股價預測：利用上一個步驟所選擇的倒傳遞類神經網路模型，我們把未知的 Validation 資料帶入此類神經網路模型中，以預測未來的股價。
8. 股票投資：依據上一步驟預測出來的股價，進行股票投資，投資規則如下：
  - (1)若手上有資金，且預測隔日收盤價會上漲 5 點以上，則於隔日開盤時，購買該檔股票 2 張。
  - (2)若手上有資金，且預測隔日收盤價會上漲 5 點以內(含 5 點)，則於隔日開盤時，購買該檔股票 1 張。
  - (3)若手上有股票，但預測隔日收盤價會下跌 5 點以上，則於隔日開盤時，賣出該檔股票 2 張。
  - (4)若手上有股票，但預測隔日收盤價會下跌 5 點以內(含 5 點)，則於隔日開盤時，賣出該檔股票 1 張。
9. 投資績效比較：利用上述步驟所獲得的投資結果，進行投資報酬率計算，以了解類神經網路模型在股票價格預測之實用性。

## 第四章 實例驗證與分析

本章根據第三章中的研究流程，進行股價預測及投資模擬。其中，我們以半導體產業中具代表性的台積電和聯電為研究對象，並建構倒傳遞類神經網路，以進行兩家企業的股價預測及投資績效分析，藉此，驗證第三章所提研究方法之可行性與有效性。

### 第一節 蒐集每日交易資料

本研究以台灣半導體產業較具代表性的企業為研究對象，其中以台積電和聯電為研究對象，蒐集台灣經濟新報中 2011 年 1 月 1 日到 2015 年 12 月 31 日的每日交易資訊資料，包括：開盤價、最高價、最低價、收盤價、成交量，作為原始研究資料，表 4.1 為本研究部分收集的資料。

表 4.1 本研究收集資料範例

2303 聯電					
年/月/日	開盤價(元)	最高價(元)	最低價(元)	收盤價(元)	成交量(千股)
2011/1/3	12.55	12.55	12.4	12.4	32,430
2011/1/4	12.4	12.48	12.36	12.4	27,876
2011/1/5	12.32	12.36	11.9	11.9	89,979
2011/1/6	11.94	12.17	11.86	12.17	42,966
2011/1/7	12.17	12.48	12.13	12.17	70,613
2330 台積電					
年/月/日	開盤價(元)	最高價(元)	最低價(元)	收盤價(元)	成交量(千股)
2011/1/3	58.65	58.73	58.07	58.32	35,747
2011/1/4	58.24	58.73	58.07	58.4	36,048
2011/1/5	58.15	58.32	57.09	57.25	54,327
2011/1/6	57.25	58.24	57.17	58.24	46,802
2011/1/7	58.97	59.88	58.97	59.47	170,328

### 第二節 計算技術指標

將所蒐集的每日交易資訊的資料，包括：開盤價、最高價、最低價、收盤價、成交量，轉換成各技術指標，如表 4.2 所示，而本研究計算出下列十六個技術指標，分別為：(1)移動平均線(MA)、(2)乖離率(BIAS)、(3)指數平滑異同移動平均線(MACD)、(4)隨機指標(K)、(5)隨機指標(D)、(6)動量指標(MTM)、(7)變動率指標(ROC)、(8)順勢指標(CCI)、(9)相對強弱指標(RSI)、(10)心理線(Psy)、(11)威廉指標(WMSR)、(12)意願指標(BR)、(13)正趨向指標(+DI)、(14)負趨向指標(-DI)、(15)量強弱指標(VR)、(16)買賣氣勢指標(AR)，由於本研究之研究範圍從 2011 年 1 月 1 日到 2015 年 12 月 31 日，因此只列出部分資料。



表 4.2 交易資料轉換成 16 個技術指標

日期	MA	Bias	MACD	K	D	WMSR	ROC	RSI	CCI	VR	PSY	+DI	-DI	AR	BR	MTM
20110103	58.1710	0.0095	1.3087	36.5588	34.2564	52.1276	0.9986	39.9803	62.8772	1.5426	0.4615	0.3726	0.1128	1.1754	2.4149	0
20110104	58.1630	0.0086	1.2585	41.7485	36.7538	47.8722	0.9986	47.2388	60.2957	1.6926	0.4615	0.3529	0.1068	1.2591	2.5126	0
20110105	58.0480	-0.0125	1.1941	30.2456	34.5844	92.7602	0.9803	25.5300	-8.8146	1.7381	0.3846	0.3169	0.1722	1.1600	2.3170	-1
20110106	58.0480	0.0039	1.1292	37.5092	35.5593	47.9637	1.0000	54.3657	13.3587	1.7185	0.4615	0.2908	0.1580	1.1789	2.2058	0
20110107	58.1880	0.0231	1.0885	53.4410	41.5199	14.6953	1.0241	63.3298	147.4579	1.8573	0.4615	0.3756	0.1391	1.1689	2.3610	1
20110110	58.4750	0.0434	1.0798	68.9607	50.6668	0.0000	1.0495	75.2439	219.9239	1.7540	0.5385	0.4080	0.1254	1.0165	2.0620	3
20110111	58.7710	0.0437	1.0975	76.7784	59.3707	7.5862	1.0509	78.2222	241.8434	1.7944	0.6154	0.4229	0.1173	1.0421	1.9193	3
20110112	59.1240	0.0457	1.1341	83.9170	67.5528	1.8059	1.0610	79.7880	226.9207	2.0934	0.6923	0.4160	0.1137	1.1216	2.1797	4
20110113	59.4520	0.0390	1.1754	85.2094	73.4383	12.2056	1.0566	65.5745	175.8253	1.8132	0.6923	0.3880	0.1367	1.1208	2.0421	3
20110114	59.7630	0.0403	1.2142	87.2132	78.0299	8.7794	1.0534	70.6716	143.2237	1.7107	0.6923	0.3709	0.1369	1.0650	1.6446	3

### 第三節 正規化

上述的技術指標，算出的數值結果範圍差異大，本研究為了避免受極端值影響，所以用正規化讓資料數值介於 0~1 之間。由於本研究資料內容龐大，因此表 4.3 只列出部分資料。

表 4.3 將數值正規化的部分資料

2303 聯電-股票交易資料(開高低收成)-正規化						
年/月/日	開盤價(元)	最高價(元)	最低價(元)	收盤價(元)	成交量(千股)	隔日收盤價
2011/01/03	0.6556	0.6137	0.6600	0.6206	0.0831	0.6206
2011/01/04	0.6317	0.6023	0.6534	0.6206	0.0680	0.5374
2011/01/05	0.6190	0.5827	0.5771	0.5374	0.2737	0.5824
2011/01/06	0.5587	0.5516	0.5705	0.5824	0.1180	0.5824
2011/01/07	0.5952	0.6023	0.6153	0.5824	0.2095	0.6206
2011/01/10	0.6079	0.5892	0.6285	0.6206	0.1185	0.6789
2011/01/11	0.6381	0.6514	0.6468	0.6789	0.4194	0.6789
2011/01/12	0.6921	0.6776	0.7048	0.6789	0.3508	0.6722
2011/01/13	0.6873	0.6645	0.7048	0.6722	0.2035	0.6839
2011/01/14	0.6810	0.6514	0.7048	0.6839	0.1269	0.7537

表 4.3 將數值正規化的部分資料(續)

2330 台積電-股票交易資料(開高低收成)-正規化						
年/月/日	開盤價(元)	最高價(元)	最低價(元)	收盤價(元)	成交量(千股)	隔日收盤價
2011/01/03	0.0574	0.0452	0.0545	0.0463	0.1868	0.0471
2011/01/04	0.0528	0.0452	0.0545	0.0471	0.1887	0.0344
2011/01/05	0.0518	0.0406	0.0435	0.0344	0.2991	0.0454
2011/01/06	0.0418	0.0397	0.0444	0.0454	0.2536	0.0590
2011/01/07	0.0609	0.0580	0.0646	0.0590	1.0000	0.0745
2011/01/10	0.0710	0.0689	0.0711	0.0745	0.3920	0.0773
2011/01/11	0.0810	0.0753	0.0821	0.0773	0.4709	0.0810
2011/01/12	0.0864	0.0762	0.0904	0.0810	0.2949	0.0782
2011/01/13	0.0901	0.0789	0.0858	0.0782	0.5334	0.0800
2011/01/14	0.0838	0.0743	0.0849	0.0800	0.1510	0.0891

#### 第四節 篩選重要變數

圖 4.1 是本研究先將 16 個技術指標與隔日收盤價計算出的相關係數絕對值，再把相關係數絕對值由大到小排列的結果，透過折線圖篩選出技術指標與隔日收盤價最接近 1 的相關係數絕對值，利用迴歸分析，挑選 P 值小於 0.05 的數字做為重要變數，其中台積電篩選出 8 個技術指標，包括：MA、BIAS、MACD、K、D、ROC、CCI、MTM，聯電篩選出 5 個技術指標，包括：MA、BIAS、MACD、K、D，藉此縮減技術指標的使用個數，利於後續建構類神經網路。

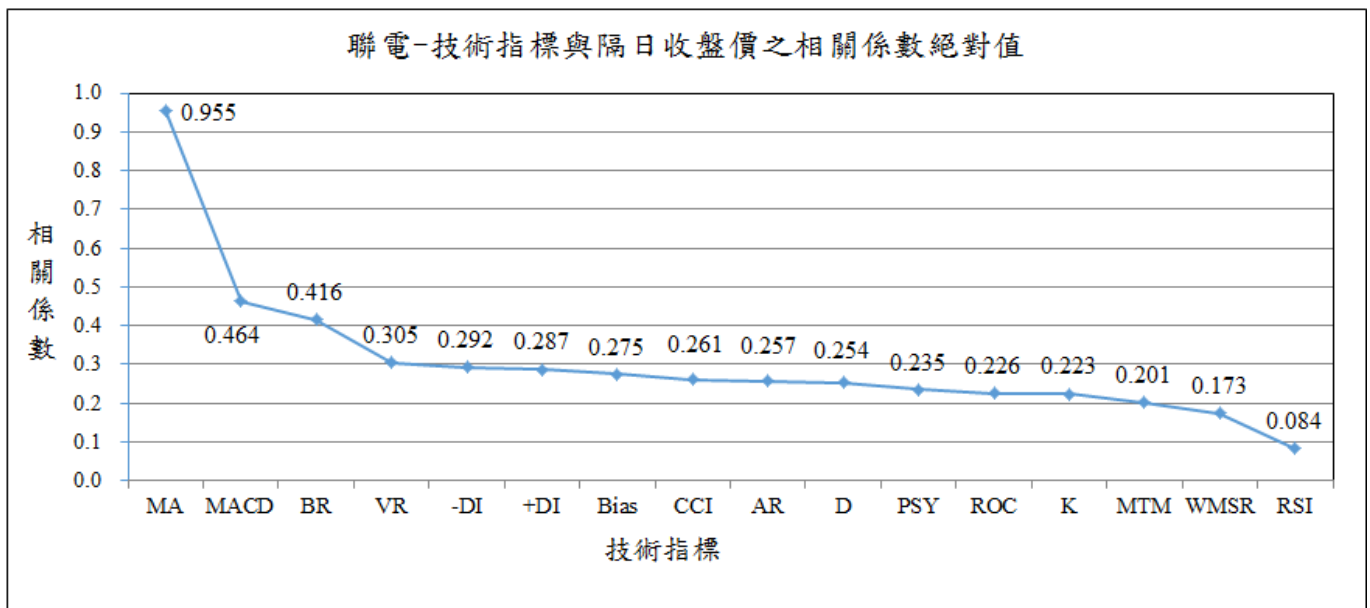


圖 4.1 技術指標與隔日收盤價之相關係數絕對值

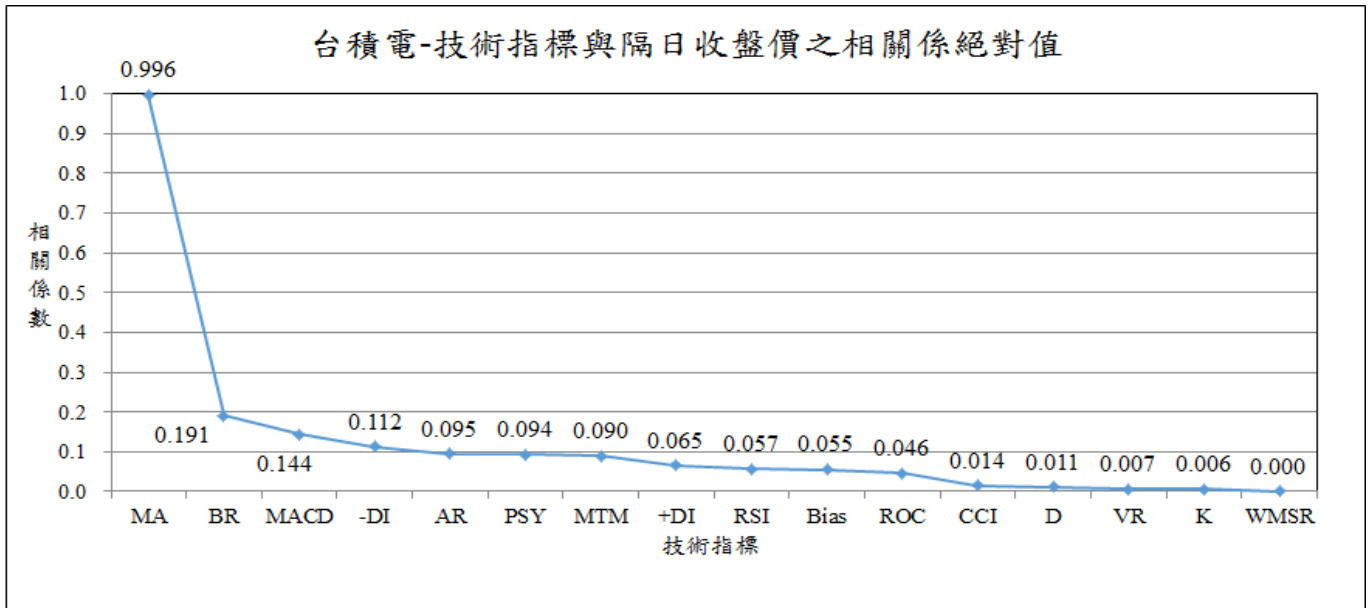


圖 4.1 技術指標與隔日收盤價之相關係數絕對值(續)

## 第五節 訓練與測試資料分群

本研究將正規化後的資料分成 Training & Test 資料和 Validation 資料兩個部分，再以 3:1 的比例將第一部分 Training & Test 資料用隨機的方式拆成 Training & Test 資料。而第二部分的 Validation 資料，則是用來驗證前面 Training & Test 資料所建構的類神經網路以預測未來的股價。表 4.4 是資料分群後 Training & Test 資料和 Validation 資料的筆數及比例統整。

表 4.4 資料分群後 Training & Test 資料和 Validation 資料的筆數及比例統整

	聯電	台積電	附註
Training 資料	743 筆	743 筆	3 (建構類神經網路資料筆數比例)
Test 資料	248 筆	248 筆	1 (建構類神經網路資料筆數比例)
Validation 資料	244 筆	244 筆	以建構完成之類神經網路進行模擬投資之資料筆數

## 第六節 建構類神經網路

本研究台積電輸入神經元的個數為 8 個技術指標，聯電輸入神經元的個數為 5 個技術指標，輸出值則為隔日的收盤價，而隱藏層裡的神經元為輸入神經元個數的 2 倍，也就是台積電的隱藏層裡的神經元個數為 16 個，聯電隱藏層裡的神經元個數為 10 個。圖 4.2 為類神經網路架構概念圖，並以聯電為例。我們取的 Momentum (動量) 的數值介於 0.75 到 0.95 之間，Learning Rate (學習率) 則是介於 0.05 到 0.25 之間。利用第一部分的 Training & Test 資料建構完畢類神經後，從中選擇一個最小的誤差值 (Root Mean Square Error, RMSE)，其中誤差加權值是 Training RMSE 加權 3 加上 Test RMSE 加權 1 的和除以 4 得到 RMSE，表 4.5 為本研究技術指標及股票交易資料重要變數之誤差加權值的彙整，其中標綠色為股票交易資料重要變數之最小誤差加權值，聯電股票交易資料重要變數之最小誤差值為 0.0226，台積電股票交易資料重要變數之最小誤差值為 0.0155；標藍色為技術指標重要變數之最小誤差加權值，聯電技術指標重要變數之最小誤差值為 0.0318，台積電技術指標重要變數之最小誤差值為 0.0155。

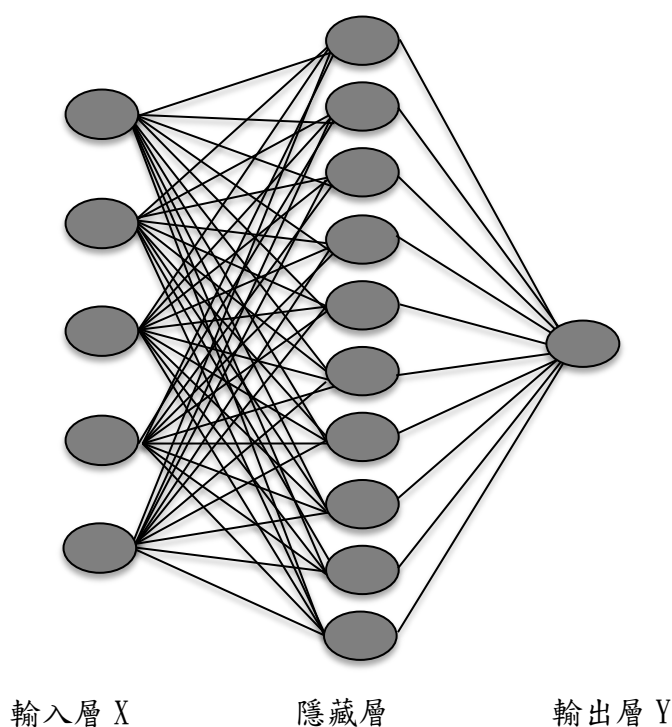


圖 4.2 類神經網路架構概念圖(以聯電為例)

表 4.5 技術指標及股票交易資料之最小誤差值

聯電股票交易資料之最小誤差值										
隱藏層神經元個數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Learning Rate	0.05	0.25	0.25	0.25	0.15	0.20	0.25	0.20	0.20	0.25
Momentum	0.75	0.85	0.85	0.75	0.95	0.95	0.75	0.75	0.75	0.80
Training RMSE	0.0082	0.0228	0.0270	0.0261	0.0228	0.0240	0.0235	0.0235	0.0231	0.0231
Test RMSE	0.1233	0.0222	0.0249	0.0245	0.0218	0.0229	0.0226	0.0226	0.0219	0.0226
誤差加權值	0.0370	0.0227	0.0265	0.0257	0.0226	0.0237	0.0233	0.0233	0.0228	0.0230

聯電技術指標之最小誤差值										
隱藏層神經元個數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Learning Rate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Momentum	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Training RMSE	0.0722	0.0439	0.0489	0.0438	0.0499	0.0454	0.0386	0.0357	0.0327	0.0341
Test RMSE	0.0779	0.0420	0.0490	0.042	0.050	0.0454	0.0356	0.0322	0.0289	0.0308
誤差加權值	0.0736	0.0434	0.0489	0.0433	0.0499	0.0454	0.0379	0.0348	0.0318	0.0333

台積電股票交易資料之最小誤差值									
隱藏層神經元個數	1	2	3	4	5	6	7	8	
Learning Rate	0.25	0.20	0.20	0.15	0.25	0.10	0.15	0.10	
Momentum	0.75	0.75	0.75	0.75	0.80	0.95	0.75	0.80	
Training RMSE	0.0336	0.0288	0.0244	0.0209	0.0154	0.0172	0.0176	0.0157	
Test RMSE	0.0338	0.0288	0.0248	0.0213	0.0156	0.0172	0.0175	0.0165	
誤差加權值	0.0337	0.0288	0.0245	0.0210	0.0155	0.0172	0.0176	0.0159	

台積電技術指標之最小誤差值																
隱藏層神經元個數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Learning Rate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Momentum	0.80	0.95	0.85	0.95	0.85	0.90	0.90	0.80	0.80	0.95	0.90	0.95	0.80	0.90	0.90	0.95
Training RMSE	0.0281	0.0269	0.0242	0.0249	0.0198	0.0181	0.0175	0.0170	0.0159	0.0200	0.0175	0.0154	0.0174	0.0158	0.0156	0.0155
Test RMSE	0.0283	0.0264	0.0233	0.0241	0.0189	0.0178	0.0178	0.0177	0.0161	0.0195	0.0166	0.0159	0.0182	0.0165	0.0164	0.0163
誤差加權值	0.0282	0.0268	0.0240	0.0247	0.0196	0.0180	0.0176	0.0172	0.0160	0.0199	0.0173	0.0155	0.0176	0.0160	0.0158	0.0157

## 第七節 股價預測

利用上一個步驟所選擇的倒傳遞類神經網路模型，我們把未知的 Validation 資料帶入此類神經網路模型中，並進行反正規化，以預測未來的股價，表 4.6 是擷取聯電和台積電部分股價預測的資料，並以今日的實際收盤價來預測隔日的開盤價。

表 4.6 股價預測

聯電-股票交易資料					
今天	今日股價(開盤價)	實際股價(收盤價)	預測日期	反正規化	預測股價
2014/12/31	13.3100	13.9500	2015/01/05	0.7680	13.2857
2015/01/05	13.4900	13.4900	2015/01/06	0.8106	13.5415
2015/01/06	13.7200	13.5300	2015/01/07	0.7986	13.4694
2015/01/07	13.4900	13.6300	2015/01/08	0.7840	13.3817
2015/01/08	13.7200	13.8100	2015/01/09	0.8049	13.5076
2015/01/09	13.9000	14.4000	2015/01/12	0.8225	13.6133
2015/01/12	13.9500	14.2200	2015/01/13	0.8597	13.8370
2015/01/13	14.4500	13.9500	2015/01/14	0.8693	13.8945
2015/01/14	14.1300	13.7600	2015/01/15	0.8398	13.7170
2015/01/15	13.9500	13.4400	2015/01/16	0.8279	13.6459

台積電-股票交易資料					
今天	今日股價(開盤價)	實際股價(收盤價)	預測日期	反正規化	預測股價
2014/12/31	129.6300	131.5000	2015/01/05	0.8286	128.6773
2015/01/05	131.0300	130.1000	2015/01/06	0.8208	127.9774
2015/01/06	128.2300	124.5000	2015/01/07	0.7772	124.0495
2015/01/07	124.5000	124.9700	2015/01/08	0.7751	123.8607
2015/01/08	127.3000	128.7000	2015/01/09	0.7990	126.0101
2015/01/09	125.9000	124.9700	2015/01/12	0.7705	123.4518
2015/01/12	123.5700	123.1000	2015/01/13	0.7696	123.3726
2015/01/13	122.1700	123.5700	2015/01/14	0.7596	122.4691
2015/01/14	123.5700	121.2400	2015/01/15	0.7529	121.8681
2015/01/15	122.6400	122.6400	2015/01/16	0.7596	122.4723

表 4.6 股價預測(續)

聯電-技術指標					
今天	今日股價(開盤價)	實際股價(收盤價)	預測日期	反正規化	預測股價
2014/12/31	13.3100	13.9500	2015/01/05	0.7798	13.3565
2015/01/05	13.4900	13.4900	2015/01/06	0.8005	13.4810
2015/01/06	13.7200	13.5300	2015/01/07	0.7880	13.4061
2015/01/07	13.4900	13.6300	2015/01/08	0.7833	13.3775
2015/01/08	13.7200	13.8100	2015/01/09	0.7825	13.3731
2015/01/09	13.9000	14.4000	2015/01/12	0.7915	13.4267
2015/01/12	13.9500	14.2200	2015/01/13	0.8148	13.5672
2015/01/13	14.4500	13.9500	2015/01/14	0.8214	13.6067
2015/01/14	14.1300	13.7600	2015/01/15	0.8191	13.5926
2015/01/15	13.9500	13.4400	2015/01/16	0.8134	13.5583

台積電-技術指標					
今天	今日股價(開盤價)	實際股價(收盤價)	預測日期	反正規化	預測股價
2014/12/31	129.6300	131.5000	2015/01/05	0.8564	131.1771
2015/01/05	131.0300	130.1000	2015/01/06	0.8298	128.7858
2015/01/06	128.2300	124.5000	2015/01/07	0.8014	126.2286
2015/01/07	124.5000	124.9700	2015/01/08	0.8133	127.2987
2015/01/08	127.3000	128.7000	2015/01/09	0.8322	129.0038
2015/01/09	125.9000	124.9700	2015/01/12	0.8149	127.4453
2015/01/12	123.5700	123.1000	2015/01/13	0.7921	125.3913
2015/01/13	122.1700	123.5700	2015/01/14	0.7920	125.3848
2015/01/14	123.5700	121.2400	2015/01/15	0.7610	122.6002
2015/01/15	122.6400	122.6400	2015/01/16	0.7652	122.9717

## 第八節 股票投資

本研究假設有筆一百萬資金可供股票投資，利用上個步驟計算出的預測股價與當日實際收盤價來評斷隔日股價漲跌，作為買賣的依據。由於漲跌都落在 5 點以內，所以股票皆以一張為買賣單位，表 4.7 為股票投資的買賣部分過程，以聯電未篩選重要變數中的 2015 年 04 月 29 日為例，當日實際收盤價為 13.3500，預測股價為 13.3727，因此預測股價上漲在 5 點以內，所以購買一張股票，但實際隔日收盤價為 13.0800，呈現下跌情況，所以預測正確為否。再以台積電未篩選重要變數中的 2015 年 08 月 31 日為例，當日實際收盤價為 124.1300，預測股價為 121.0490，因此預測股價下跌在 5 點以內，所以賣一張股票，而實際隔日收盤價為 119.3200，也呈現下跌情況，所以預測正確為是。

表 4.7 股票投資的買賣部分過程

聯電-股票交易資料												
今天	今日股價(開盤價)	實際股價(收盤價)	預測日期	反正規化	預測股價	1000000	股票	買	賣	實際	預測	預測正確與否
2015/04/29	13.5800	13.3500	2015/04/30	0.7825	13.3727	985410	1	1		跌	漲	否
2015/04/30	13.5800	13.0800	2015/05/04	0.7747	13.3259	971830	2	1		跌	漲	否
2015/05/04	13.4000	13.0800	2015/05/05	0.7528	13.1946	958430	3	1		跌	漲	否
2015/05/05	13.0300	13.1200	2015/05/06	0.7221	13.0096	945400	4	1		漲	漲	是
2015/05/06	13.0300	12.8500	2015/05/07	0.7286	13.0486	958430	3		1	跌	跌	是
2015/05/07	13.0300	12.6700	2015/05/08	0.7075	12.9222	945400	4	1		跌	漲	否
2015/05/08	12.8500	12.8000	2015/05/11	0.6864	12.7953	932550	5	1		漲	漲	是
2015/05/11	12.8500	12.5700	2015/05/12	0.6930	12.8349	945400	4		1	跌	跌	是
2015/05/12	12.3500	12.7600	2015/05/13	0.6368	12.4970	933050	5	1		漲	漲	是
2015/05/13	12.5700	12.5700	2015/05/14	0.6665	12.6757	945620	4		1	跌	跌	是
2015/05/14	12.7600	12.5700	2015/05/15	0.6692	12.6916	932860	5	1		跌	漲	否
2015/05/15	12.5700	12.4400	2015/05/18	0.6535	12.5974	920290	6	1		跌	漲	否
2015/05/18	12.5700	12.7600	2015/05/19	0.6421	12.5287	907720	7	1		漲	漲	是
2015/05/19	12.5700	12.7100	2015/05/20	0.6693	12.6925	920290	6		1	跌	跌	是
2015/05/20	12.7600	12.6200	2015/05/21	0.6795	12.7537	933050	5		1	跌	跌	是



表 4.7 股票投資的買賣部分過程(續)

台積電-股票交易資料												
今天	今日股價(開盤價)	實際股價(收盤價)	預測日期	反正規化	預測股價	1000000	股票	買	賣	實際	預測	預測正確與否
2015/08/31	121.2500	124.1300	2015/09/01	0.7438	121.0490	882790	1	1		漲	漲	是
2015/09/01	122.6900	119.3200	2015/09/02	0.7432	120.9962	1005480	0		1	跌	跌	是
2015/09/02	118.3600	120.7600	2015/09/03	0.7333	120.1075	887120	1	1		漲	漲	是
2015/09/03	122.6900	122.2100	2015/09/04	0.7588	122.3983	1009810	0		1	漲	跌	否
2015/09/04	121.7300	120.2800	2015/09/07	0.7493	121.5413	888080	1	1		跌	漲	否
2015/09/07	119.8000	117.8800	2015/09/08	0.7327	120.0531	768280	2	1		跌	漲	否
2015/09/08	117.8800	118.3600	2015/09/09	0.7268	119.5245	650400	3	1		漲	漲	是
2015/09/09	121.7300	124.1300	2015/09/10	0.7523	121.8098	528670	4	1		漲	漲	是
2015/09/10	122.2100	120.2800	2015/09/11	0.7508	121.6763	650880	3		1	跌	跌	是
2015/09/11	120.7600	122.6900	2015/09/14	0.7525	121.8315	530120	4	1		漲	漲	是
2015/09/14	123.1700	122.6900	2015/09/15	0.7657	123.0167	653290	3		1	跌	跌	是
2015/09/15	122.6900	121.2500	2015/09/16	0.7601	122.5156	530600	4	1		跌	漲	否
2015/09/16	123.1700	124.6100	2015/09/17	0.7657	123.0150	407430	5	1		漲	漲	是
2015/09/17	125.5800	126.0600	2015/09/18	0.7782	124.1441	533010	4		1	漲	跌	否
2015/09/18	124.6100	126.5400	2015/09/21	0.7838	124.6461	657620	3		1	漲	跌	否

## 第九節 投資績效比較

根據我們所設定的投資規則，獲得投資結果後並進行投資報酬率計算，得到聯電股票交易資料的報酬率為-2.644%，聯電技術指標的報酬率為0.391%；台積電股票交易資料的報酬率為4.396%，台積電技術指標的報酬率為12.977%，可以從表4.8報酬率得到以下兩個觀點：

1. 有塞選過的技術指標比股票交易資料的報酬率較佳。
2. 台積電比聯電報酬率高。

表 4.8 股價投資預測及報酬率

	聯電	台積電
技術指標	0.391%	12.977%
股票交易資料	-2.644%	4.396%

由表4.8可知，利用相關係數篩選過後，有篩選過的技術指標的聯電和台積電都為正報酬，表示賺錢，但股票交易資料的聯電報酬率為負，表示有賠錢的跡象，發現可能原因是當時的股價波動率大由圖4.3可知，造成預測困難，使預測結果不正確，而

做出錯誤的判斷導致賠錢。另外也會受到股價市場及公司經營狀況等因素變化影響，因此在預測股價時都會有風險存在的可能性。

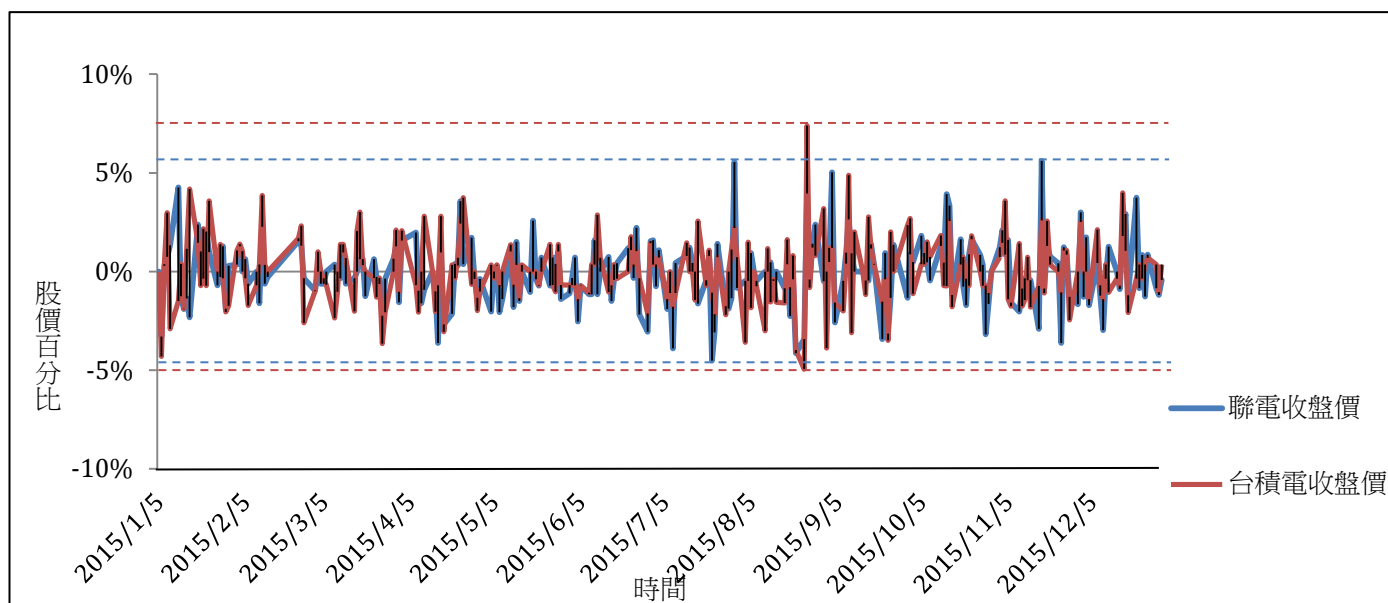


圖 4.3 股價波動圖

## 第五章 結論與建議

### 第一節 研究結論

現在是低利率時代，若只是單純的把錢存放在銀行裡，是無法讓自己獲得更多的利益，因此要學習投資理財，如何把錢有效率的分配並應用，讓錢可以利滾利，得到更大的效益。而投資理財的工具也變得多樣可以選擇，像是股票、基金、房地產投資等。其中運用最多最廣的投資理財工具，不外乎就是股票，因為容易入門上手，但一般的投資者常因獲得的股票市場資訊不完整或是分析預測不夠完善，而做出錯誤的判斷，導致獲利風險提高。

因此本研究以倒傳遞類神經網路建構模型來預測股價漲跌狀況。首先依照我們的研究流程圖分成左右兩部分，左半邊為利用有挑選後的重要技術指標來計算的部分，而右半邊則是直接將蒐集到的股票交易資料進行計算。另外，研究對象是台灣半導體產業中較具代表性的台積電以及同產業的聯電為主要的研究對象，由於我們是在建構類神經網路模型預測股價漲跌是否準確，因此將 2011 年 1 月 1 日至 2015 年 12 月 31 日設定為研究期間，其中蒐集到的每日的股票交易資料包括：開盤價、最高價、最低價、收盤價以及成交量。

在篩選重要變數的過程，我們先將技術指標與隔日收盤價的相關係數由大到小排列，聯電選了相對其他技術指標相關係數比較高的 5 個重要的技術指標做為預測變數，由於技術指標與相關係數的篩選沒有一定的限制與標準，一般來說只要覺得變數足夠就好，所以台積電我們多挑出了三個技術指標，因為想進一步探討技術指標選取的數量是否會影響實驗的結果，因此台積電的預測變數共有 8 個，挑選出的重要技術指標就是預測變數也就是我們建構類神經網路的輸入層裡的神經元個數  $x$ ，而輸出層就是要預測出的隔日收盤價  $y$  值。

挑選出重要變數後，接著要將這些數值正規化，因為當時計算出來的技術指標的數值有落差，大的值可到上千上萬，小的值則可以是小數點幾位，所以我們必須將數值做正規化的動作，讓計算出來的技術指標值都介於 0 與 1 之間，避免大的數值把小的數值給掩蓋住。

建構類神經網路模型中，最主要的目的就是找出最佳解，首先聯電有挑選重要變數這部分，我們篩選出來的技術指標有 5 個，所以我們輸入層裡的神經元個數  $x$  為 5，隱藏層裡的神經元個數則為 10，另外界定學習率及動量的值，我們是根據過去的文獻以及指導老師的經驗，將學習率訂在 0.25 以內，而動量則訂在 0.75 之上，我們的判斷最佳解的標準是誤差加權值，由聯電彙整的表格裡可以看到在第 9 個隱藏神經元學習率為 0.05，動量為 0.95 的地方誤差加權值是最小的是 0.0318；而台積電則是第 12 個隱藏神經元學習率為 0.15，動量為 0.95 的地方誤差加權值是最小的是 0.0159。接著以原始的每日股票交易資料來進行預測的部分，聯電在第 5 個隱藏神經元學習率為 0.15，動量為 0.95 的誤差加權是最小的是 0.0226；而台積電則是第 9 個隱藏神經元學習率為 0.15，動量為 0.95 的地方誤差加權值是最小的是 0.0132。

最後進行股價預測及模擬投資，我們經過計算，計算出了我們的預測股價與絕對誤

差值，由聯電股價預測的數據分析中可以看到，聯電的絕對誤差值最大為 4.25%，而臺灣為了與國際接軌在 104 年 6 月將股價的漲跌幅由 7%放寬為 10%，其中 10%裡佔 4.25%表示是聯電相當的不錯，而台積電則是佔 1.86%也是相當的好。另外，以原始的每日股票交易資料來進行預測的部分，聯電的地方最高的絕對誤差值為 4.76%，在 10%的漲跌幅中是不錯的，而台積電最高則為 2.15%在 10%裡也是相當好的！

根據上述整個實驗驗證的研究過程，我們可以歸納出以下幾點結論：

1. 有篩選過的技術指標比當日股票交易資訊的報酬率較佳。
2. 進行股票投資預測時，發現有一張股票是賺，有一張股票是賠的，則賠的原因是因為在那段期間的股價波動大，造成預測困難，使預測結果不正確，而做出錯誤的判斷，導致賠錢。
3. 建議投資者要用篩選之後的技術指標去建構類神經網路，可以獲得較正確的股價價格預測值，進一步得到較好股票投資報酬率。

起初看起來台積電和聯電的股票是上漲的，但倘若沒運用相關工具做股價預測，就無法了解價格漲跌之間的差距，雖然本研究只是模擬股價預測，但假設未來我們要做股票投資時，這也是個做決策的考量方法之一。

## 第二節 未來研究建議

根據本研究的研究結果，以下是我們對未來研究方向之建議：

1. 可以用實驗設計法求得類神經網路最佳的參數值。
2. 除了技術指標與隔日收盤價有密切關係外，可以加入其他影響隔日收盤價的因素，例如：國內的景氣狀況、國際的股匯市狀況、國際的期貨狀況、兩岸的政治情勢等。

## 參考文獻

### 一、中文文獻

1. 危惠美，(2012)，類神經網路股價預測-以實驗設計為優化基礎，國立台中科技大學資訊管理系碩士論文。
2. 杜金龍，2006，最新技術指標在臺灣股市應用的訣竅，財訊出版社股份有限公司。
3. 林威良，(2011)，運用多項式回歸分析財務指標以預測股票價格的波動，中國文化大學資訊管理學系所碩士論文。
4. 林逸婷，(2010)，倒傳遞類神經網路於股價交易點之預測，國立高雄第一科技大學金融理財研究所碩士論文。
5. 張哲綸，(2012)，以技術指標建立股價預測模型之研究—倒傳遞類神經網路模型應用，國立臺灣海洋大學電機工程學系碩士論文。
6. 張瑜庭，(2011)，應用和弦演算法於投資組合最佳化問題之研究，元智大學工業工程與管理學系碩士論文。
7. 許澤林，(2012)，類神經網路預測股價走勢，逢甲大學應用數學系碩士班碩士論文。
8. 陳昌捷，(2015)，以倒傳遞類神經網路預測股市指數，國立宜蘭大學多媒體網路通訊數位學習碩士在職專班碩士論文。
9. 陳威愷，(2012)，選股策略方法之研究比較-以台灣上市櫃公司為例，國立成功大學統計學系碩士論文。
10. 曾鈺翔，(2016)，以灰色矩陣自我迴歸模式探討台灣股價指數與技術指標互動結構之研究-以台灣五十及中型一百為例，國立屏東科技大學企業管理系所碩士論文。
11. 楊宗勳，(2013)，以國內股票型基金分類觀點探討股票投資策略，中華大學科技管理學系碩士論文。
12. 廖凡宇，(2010)，以類神經網路在股價預測之研究，國立虎尾科技大學資訊管理研究所碩士論文。
13. 劉佳倩，(2011)，人工蜂群演算法於投資組合最佳化問題之運用，元智大學工業工程與管理學系碩士論文。
14. 謝佳誼，(2013)，技術指標有效性之研究—以金融期貨現貨為例，銘傳大學財務金融學系碩士在職專班碩士論文。
15. 簡壬申，(2017)，類神經網路在股票預測之獲利可能性研究-以台灣 50 成分股為例，國立雲林科技大學財務金融系碩士論文。
16. 蘇偉庭，(2011)，以類神經網路分析財報預測台灣上市公司股價之變動，中國文化大學商學院資訊管理研究所碩士論文。

## 二、參考網站網址

1. 正通股民學校，PSY 心理線之定義，<http://ntd2u.net/thread-25-1-1.html>
2. 技術分析策略探討－DMI&ADX 趨向指標，<http://www.bituzi.com/2011/07/dmi.html>
3. 痞客邦，<http://cutebingle.pixnet.net/blog/post/96590633>
4. 啟富達國際股份有限公司，財經名詞，MACD（指數平滑移動平均數），  
[http://www.cfd.tw/mod/noun/index.php?REQUEST\\_ID=cGFnZT1kZXRhaWwmSUQ9MjY0](http://www.cfd.tw/mod/noun/index.php?REQUEST_ID=cGFnZT1kZXRhaWwmSUQ9MjY0)
5. 維基百科，移動平均數，  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A7%BB%E5%8B%95%E5%B9%B3%E5%9D%87>
6. CMoney 投資小學堂，什麼是『KD』？要如何看出最近股價的強弱？這方法用了 50 幾年，至今還是許多高手愛用的方法，  
<http://www.cmoney.tw/learn/course/technicals/topic/484>
7. MBA 智庫百科，順勢指標，  
<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E9%A1%BA%E5%8A%BF%E6%8C%87%E6%A0%87>
8. MBA 智庫百科，成交量比率，<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/成交量比率>