

國立政治大學金融學系

碩士學位論文

考慮流動性風險下的投資組合最佳執行策略

Portfolio Selection Under Optimal Execution Strategies :

Considering Liquidity Risk

指導教授：江彌修 博士

黃俊仁 博士

研究生：林琨哲 撰

中華民國一〇一年七月

謝辭

時光飛逝、歲月如梭，回想當年踏入政大，已然七年春秋。坐在謝辭以前，應該是個從未想過自己會行至於此的自我。或許，當初踏入政大校園之中，對於我的人生是場意外，但也感謝這場意外帶給我的收穫。引陳之藩之言—「要謝的人太多，那就謝天吧！」，此名句之於過去七年的我，又何嘗不是最好的一番寫照呢。

在過去的七年裡，要感謝的人從朋友、師長、長輩…等族繁不及備載。

首先，還是把這份喜悅獻給陪伴了我二十五個寒冬酷暑的雙親，沒有兩位的悉心照顧也就肯定不會有今日的我和此文。對我們而言，這是另一個人生的里程，願未來能相互陪伴、分享另一段奇幻的生命旅程。

第二，感謝國、高中的恩師，有了你們的知識基礎讓我能順利踏入大學之門。在大學之門的背後，出現的恩師仍然許多，其中又以指導老師江教授最為感激，不論在學術或是生活上，都帶給學生新的視野。此外，威光老師、四郎老師…等系上與系外的學術巨人所帶給我的知識與道理皆是成就學生在學術荊棘路上的最佳利器。此外，本文得以呈現於第三人眼前，五位辛苦的口試委員也是重要的推手，再此感激各口試委員最精闢而周全的建議。

第三，感謝在課堂(逾兩百多個學分的六七十門課程)、社團(南友會、金商社)、校外(伊甸、知風草)…等出現在我的身邊，陪伴我走過各種大小難事的朋友群們。或許，我們之間有過嫌隙，又或者，我們之間存在片刻而值得的感動，我都要再此向你們致上感激。這七年可以是張白紙，但因為你們的出現為白紙增添繽紛的色彩，不論美醜，也遑論和諧與否。

第四，闖入研究所的一年交換學生時光帶給我另一番生命體驗。從幅員廣闊的天地，遇見平凡樸實的你們—在上海、北京、各地。這一年，如果少了你們的照料，不僅是異鄉人的孤寂，更可能有許多無法克服或是接受的事情發生。或許，你們看不到，但仍然致上謝意。

最後也是最重要—「政大」主體。謝謝你讓藝術與人生活躍在我的七年時光裡，藉此形塑另一個我。對人文關懷、音樂美術、政治經濟…等，將新的力量與視角賦予我的身上，而今，我將離開這堅固的羽翼；未來，將成為我的重要資產，「政大」暫別了！空閒之際，我將再與你相遇。

琨哲 誌于
最愛的母校 國立政治大學
中華民國 101 年 7 月

摘要

隨著台灣境內共同基金規模不斷成長及證券市場鉅額交易的比重逐漸擴大，大額的成交量對於台灣證券市場的影響日益值得關注。Perold & Salomon (1991)、Indro(1999)與 Beekers & Vaughan (2001)等學者皆提出大規模基金在持股調整及大額交易時，對於市場上資產價格會產生明顯的衝擊，同時，也會導致交易所伴隨而來的執行成本增加。因此，本研究便考慮在鉅額交易的情境下，流動性風險如何反應至執行成本上，並且分析、比較不同的市場情境、規模、產業類別下的執行成本差異。

本研究透過 Almgren and Chriss(2000)所提出的交易執行策略模型，將市場衝擊、手續費…等因子考慮至交易執行模型中，推導出不同特性之市場參與者的執行成本及變異數。針對不同的市場情境、企業規模大小、產業類別…等進行流動性風險反映執行成本的程度及執行成本期望值、變異數進行分析。

本研究得到以下結論：在鉅額交易下，流動性風險藉由對資產價值產生不同程度的衝擊而反映在執行成本上。由買賣價差進行流動性分析得知，規模較小之標的樣本所面臨的流動性風險較大，但規模較大者較易出現大幅波動。在危機發生期間，各標的樣本所面臨的流動性風險皆提升，其中，又以規模較小者及金融產業最為明顯。在危機發生期間，各標的樣本之執行成本反應流動性風險而大幅增加，其中流動性風險較高之金融產業增加較明顯。在執行成本成份裡，規模較小者受永久性衝擊影響較大。在危機發生期間，永久性衝擊對不同規模之標的樣本影響差異較明顯。在危機發生期間，承擔相同風險單位的增額所降低執行成本期望值較低，又以規模較小者變動最大。由於，執行成本受到流動性影響劇甚，因此，應該受到投資人的關注，特別是持有鉅額部位者。

關鍵字：鉅額交易、流動性風險、執行成本

目錄

第一章	緒論.....	1
第二章	文獻回顧.....	4
第一節	最佳執行(Best Execution)策略.....	4
第二節	執行成本(Execution cost).....	5
第三章	基本假設與模型設定.....	7
第一節	考慮流動性風險下的交易策略執行模型.....	7
第二節	建構交易執行策略交易前緣與最適交易策略.....	14
第四章	實證分析與結果.....	17
第一節	資料描述.....	18
第二節	交易執行期間假設與參數分析.....	21
第三節	執行成本與交易前緣之分析.....	29
第四節	交易策略之敏感度分析.....	36
第五章	結論.....	42
參考文獻	44



圖目錄

圖 1	台灣境內共同基金資產規模趨勢圖	1
圖 2	台灣證券鉅額交易量趨勢圖	2
圖 3	交易策略示意圖	9
圖 4	考慮流動性風險後之資產價格動勢示意圖	12
圖 5	交易策略執行後資產價值示意圖	12
圖 6	各樣本點的買賣價差百分比	22
圖 7	各樣本點的買賣價差波動度	23
圖 8	指數型：台灣 50 與中型 100 之期間買賣價差變動	24
圖 9	電子產業：台積電與英業達之期間買賣價差變動	24
圖 10	金融產業：國泰金與台新金之期間買賣價差變動	24
圖 11	傳統產業：台塑與寶成之期間買賣價差變動	25
圖 12	樣本期間各標的樣本資產缺乏買賣價差天數	25
圖 13	台灣 50 與中型 100 的最佳執行成本佔比	29
圖 14	台積電與英業達的最佳執行成本佔比	29
圖 15	國泰金與台新金的最佳執行成本佔比	30
圖 16	台塑與寶成的最佳執行成本佔比	30
圖 17	危機前與危機後各標的樣本的最佳執行成本佔比	31
圖 18	危機發生期間各標的樣本的最佳執行成本佔比	31
圖 19	不同風險敏感度的執行成本組成成份比	32
圖 20	市場衝擊於不同研究期間的執行成本組成成份比	32
圖 21	樣本期間危機前各標的樣本資產的交易前緣	33
圖 22	樣本期間危機發生期間各標的樣本資產的交易前緣	34
圖 23	樣本期間危機後各標的樣本資產的交易前緣	34
圖 24	台積電於標準差變動之交易策略變動	36
圖 25	英業達於標準差變動之交易策略變動	37
圖 26	國泰金於標準差變動之交易策略變動	37
圖 27	台新金於標準差變動之交易策略變動	38
圖 28	台積電於買賣價差變動之交易策略變動	39
圖 29	英業達於買賣價差變動之交易策略變動	39
圖 30	國泰金於買賣價差變動之交易策略變動	40
圖 31	台新金於買賣價差變動之交易策略變動	40

表目錄

表 1	標的樣本期間及筆數整理	19
表 2	資料來源及其與變數關係式	20
表 3	台灣 50 樣本期間之參數整理	26
表 4	中型 100 樣本期間之參數整理	26
表 5	台積電樣本期間之參數整理	27
表 6	英業達樣本期間之參數整理	27
表 7	國泰金樣本期間之參數整理	27
表 8	台新金樣本期間之參數整理	27
表 9	台塑樣本期間之參數整理	27
表 10	寶成樣本期間之參數整理	28



第一章 緒論

隨著共同基金逐漸成為台灣多數投資人不可或缺的金融資產之一，類型也漸趨於多元、多樣，台灣境內共同基金規模不斷成長，成為台灣證券市場中重要的市場參與者，扮演對於台灣證券市場影響的重要角色之一。

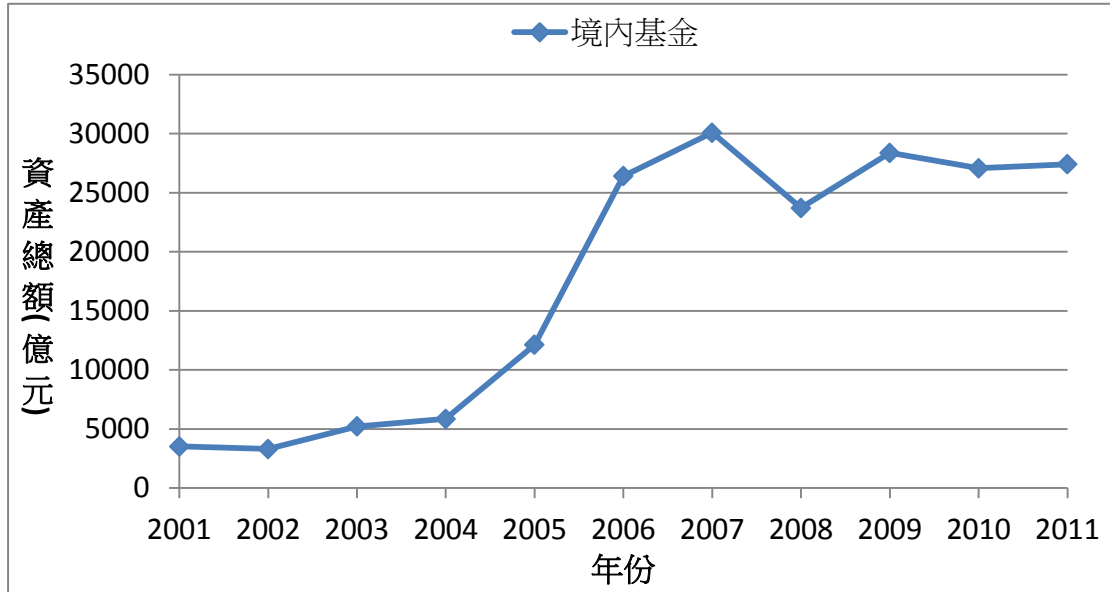


圖 1 台灣境內共同基金資產規模趨勢圖

由上圖的趨勢圖可以看到，台灣的境內共同基金規模的發展前期較快速，從 2004 年開始以接近 50% 的速率發展至 2007 年。在 2008 年受到金融危機衝擊後，投資人信心較缺乏，導致 2008 年後台灣境內共同基金規模漸趨緩和。

在 Perold(1988)指出 Value Line Fund 的理論績效與實際績效差異約 17.5% 且差異源自大額交易所引起的執行成本。Chan & Lakonishok(1995)發現市場衝擊、交易成本主要受到企業規模大小及交易量大小…等因素而有所不同。此外，在 Perold & Salomon(1991)與 Indro et al.(1999)指出，大型規模基金的鉅額交易會對股票產生較大的價格衝擊，使得執行交易成本提高。Beckers & Vaughan(2001)認為大型規模基金在調整持股部位時，對市場價格會產生較大的影響。闕河士與方怡(2011)也發現到，流動性較低的股票在面對大額交易情境下，會形成較大的價格衝擊。

基於上述多位學者對基金規模與市場變動關係之研究，伴隨著境內共同基金的資產規模擴大，持有大額交易部位的共同基金如何影響市場變動成為值得關注的議題。

除了共同基金外，台灣證券市場裡存在著其他大型機構投資人具有鉅額交易的需求，因此，接著觀察台灣近來鉅額交易的發展現象。

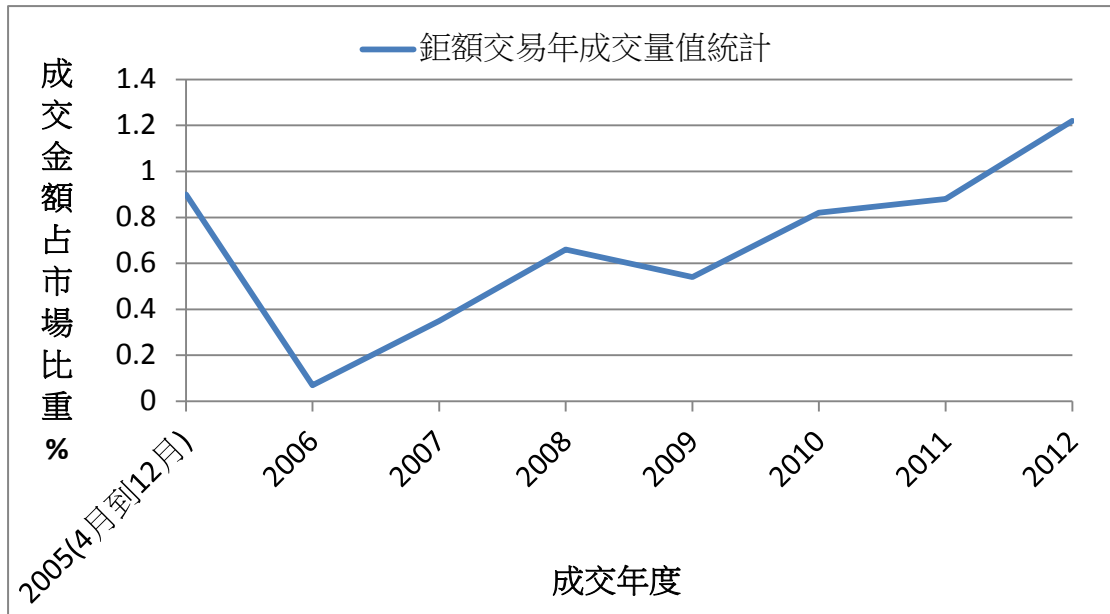


圖 2 台灣證券鉅額交易量趨勢圖

由上圖的趨勢圖可以看到，台灣證券鉅額交易量從 2006 年到 2012 年逐步上升，截至 2012 年目前，鉅額交易量已達超越年成交量的 1%。顯示出，台灣證券市場在鉅額交易方面，已有愈來愈多的市場參與者。因此，鉅額交易對於台灣市場的衝擊及持有者的執行成本，更是成為重要的關注議題。

在交易執行策略中，最適交易執行(optimal execution)策略是以某些經濟特性做為目標函數求解相對應交易策略的方法並普遍被應用在各項執行策略的研究之中。在 Bertsimas & Lo(1998)一文中，將最適執行策略定義為使一定期間內動態交易策略所決定之預期執行成本為最低的交易執行過程，透過最適化的方法便可以找到各種情境下的動態交易執行結果。但是，僅僅考慮預期執行成本最低的交易執行過程，將面臨市場參與者以承擔更大的預期執行成本變異來換取較低的預期執行成本，即承擔較大風險換取較低損失，並不符合最適化的直覺。

在 Almgren & Chriss(1999)文中，將最佳執行策略更加一般化，定義期望效用函數定義為預期執行成本加上定值乘以執行成本的變異數。將損失與風險兩者同時考慮到效用函數的做法可以避免市場參與者為了追求預期執行成本最小，而承擔較高的執行成本變異數，也較為符合最適化的直觀想法。將損失與風險兩項變數考慮至效用函數的做法下，當市場處於高度流動性不足的情況，交易執行策略將介於兩極端情境底下。一種為利用現有已知資訊，以等量出脫其持有資產但支付較高之執行成本；另一種則是承擔未來所可能面對較高的執行成本變異數而以未知的資訊來換取較低的預期執行成本。此效用函數前提下，雖然無法確認個別市場參與者願意如何承擔未來之風險波動，但可以確定的是，在給定的執行成本變異下，使得預期執行成本最小化者便是最佳的執行策略。

從實務面的角度，不論是機構或是投資人，其對成本變動的敏感程度皆可能受到過去的投資經驗及個人背景而隨之變動。在無法分辨將個別市場參與者對成本變動的敏感程度的情況下，瞭解不同的執行成本變異數所對應的交易執行策略、預期執行成本，相較於僅僅假設單一成本變動的敏感程度情境下所求算之單一的交易執行策略、預期執行成本，更能反映市場上各種不同的實務情境。因此，本研究也將重心放在不同的投資人、市場性質所產生的各項結果分析、比較。

同時，此學術議題在台灣的研究較少，主要相關議題著眼於資產的投資組合配置以追求報酬與風險的極大化關係，而非執行成本與風險的極小化關係。然而，隨著市場環境的變遷，交易摩擦日益頻繁且程度不一，因此，希望能藉由本研究提供實務面基本的參考、比較。

綜合上述的背景與動機，將本研究之主要目的條列如下：

在鉅額交易下，

- (1) 流動性風險如何反映至執行成本上？
- (2) 考慮流動性風險的執行成本在不同市場情境/企業規模/產業類別下，存在什麼樣的差異？

在說明過上述的研究背景、動機與目的後，接著將概述本研究各章節之架構，並於後續文章中，針對各項研究目的進行實證分析、研究並提出結論。

本研究章節分為五章，各章節內容概述如下：第一章緒論，即本章，簡述本研究之背景，透過提出問題來做為本文之研究目標，藉由後續章節的研究方法及實證結果來回應研究目標並說明本文之研究架構。第二章文獻回顧，將與本文研究議題（最佳執行、執行成本…等）相關之文獻進行整理，以提供讀者相關知識背景及本文之延伸方向。第三章模型設定與假設，透過數學模型之推導與相關假設，說明交易前緣之建構公式與執行成本期望值、變異數算法。第四章實證研究與分析，將實際市場數據應用第三章推導出之公式，將實際數據轉化為交易前緣、執行成本…等隱含經濟意涵之結果並比較分析；同時，透過敏感度分析之方法觀察市場參與者之行為如何反映在交易前緣與執行成本之上。

第二章 文獻回顧

本章將以兩大部份進過去學術之文獻回顧，第一節針對最佳執行(best execution)交易策略之相關文獻及應用進行回顧，第二節針對計算最佳執行所需要的執行成本(execution cost)之相關文獻及應用進行回顧，藉由上述兩個小節的文獻做為本研究模型之基礎與框架。

第一節 最佳執行(Best Execution)策略

最佳執行概念，最初由 Wagner & Edwards(1993)所提出，在文中提到最佳執行概念為華爾街的重要概念，然而，多數人雖然重視此概念卻不知道如何為此做定義。文中僅提出較受歡迎的概念性定義—在任何市場的交易時點所能取得的最佳價格。

在 Wagner & Edwards(1993)後，Chan & Lakonishok(1995)和 Keim & Madhavan(1995a, b, c)文中顯示，典型的機構投資人之交易量相當大並且會將其交易量切分成較小之交易量以利於幾次時間段執行交易。

基於 Chan & Lakonishok(1995)和 Keim & Madhavan(1995a, b, c)的觀察，Bertsimas & Lo(1998)認為最佳執行概念應該是一個策略的概念而非單點的想法，並且提出明確的定義用以建構策略。文中假設情境為持有者在一段固定有限時間 T 內必須執行一個大量的定額股數 S 之交易，其中，資產價格動態過程與價格衝擊、交易量…等有關。Bertsimas & Lo(1998)定義最佳執行策略為在上述情境下，可用隨機動態規劃以尋找一組交易序列使得期望執行成本最小化之動態結果。

在 Bertsimas & Lo(1998)之後，Almgren & Chriss(2000)也提出一個明確的定義。Almgren & Chriss(2000)認為 Bertsimas & Lo(1998)僅僅將最佳執行策略的目標函數設定為期望執行成本最小並無法完全地反應最佳執行策略，由於忽略追求期望執行成本最小的動態過程中可能遭遇的執行成本波動度並未受到考慮。因此，Almgren & Chriss(2000)在與 Bertsimas & Lo(1998)一樣的情境假設下，將目標函數設定為考慮期望執行成本與執行成本波動度乘以 λ 兩項總和之最小化。由於，期望執行成本可以藉由承擔較高的執行成本波動度來降低，因此，引入常數 λ 做為對於執行成本波動度的敏感性程度衡量。

第二節 執行成本(Execution cost)

在前一個小節中，瞭解到建構最佳執行策略之重要變數為期望執行成本。此執行成本源於各交易執行的過程中所引發之損失，因此，又稱為執行成本。為求名詞的一致性，在本研究中，全數以執行成本稱之。本節便針對執行成本的構成因子進行相關的文獻回顧。

Perold(1988)提出 1965 到 1986 年間，Value Line Rankng 的理論投資組合報酬約為 20%，然而，Value Line Fund 的實際報酬僅達到 2.5%。Perold(1988)比較兩者的差異後，提出執行損失(Implementation Shortfall)的觀念，認為差異主要源於理論的完全假設與實務上的市場摩擦。理論基於任何人皆可以以無限制的交易數量，不受價格衝擊及手續費的假設存在，然而，實務操作上卻受到許多市場因素變動及相互力量拉扯抵消，導致無法以理論模型有效地推估。此外，Perold(1988)提出透過兩投資組合的價值差距做為此差異的衡量方法。

在 Perold(1988)後，許多文獻皆引用此執行損失概念(Implementation Shortfall)做為執行成本的衡量，各文獻間差異僅在於兩投資組合中影響總價值的資產價格動態過程設定。以下介紹各文獻間對資產價格動態有影響之因子。

Wagner & Edwards(1993)提出流動性成本的觀念，流動性成本為使交易能順利執行兌現所需支付的相關費用，即本研究所引用的執行成本概念。文中同時提到流動性成本大多以價格衝擊、手續費(佣金)、時機成本及機會成本型式影響資產價值。

Chan & Lakonishok(1995)的研究是基於實際機構樣本的交易行為，提到其研究樣本僅 20%的價值能於一天內完成執行交易，其餘多要超過四天或以上的交易日才能完成交易執行，因此，對於機構投資人而言，考慮交易多天期所需受的價格衝擊與執行成本是相當有其必要性。此外，市場衝擊與執行成本受到不同策略的交易量配置、交易公司規模的大小及交易的緊急程度而呈現出不同的影響程度。

Bernstein(1987)提出交易過程中所產生的買賣價差，可視為一種隱含成本。隨後，各學者也紛紛引用買賣價差來做為執行成本主要的衡量方式。交易執行失敗的機會成本，為當預計的交易數量或價格無法達成，被迫放棄的部分所可能引發的機會成本。由於估計出執行失敗的比例及其價格難度甚高，因此，相較於前兩者，交易執行失敗的機會成本之衡量最為困難。

Harris(2001)提出，執行成本可依不同實質內涵分為外顯成本(explicit cost)、隱含成本(implicit cost)及交易執行失敗的機會成本(missed trade opportunity)三類。外顯成本，為促使交易順利完成所需支付之固定成本，如：

證交稅、券商手續費…等。由於，外顯成本於交易履行前便可以得知，因此在進行交易策略決策時，較容易被考慮而不造成明顯偏誤。隱含成本，為市場參與者於交易過程中所採取的各項行為對於標的資產價格所產生的影響。

藉由上述文獻回顧的知識做為基礎形成本研究模型的相關設定。下個章節將進行模型的設定與推導。



第三章 基本假設與模型設定

本章主要分為兩小節，第一節呈現考慮流動性風險下的交易策略執行模型，說明交易情境設定及資產價格動態過程的假設並推導出交易策略執行成本損失的公式。第二節為最適交易策略執行成本交易前緣之建構，利用第一節所求解之交易策略執行成本期望值與變異數，引入拉格朗日(Lagrange)常數建構交易策略執行交易前緣並求解出最適執行交易下的策略序列。此外，透過公式封閉解的拆解，分析執行成本的組成成份並分項闡釋經濟意涵。

第一節 考慮流動性風險下的交易策略執行模型

交易策略執行模型，主要用於當期初制定一套交易策略後，經過交易策略於各期交易之執行後可以取得的金額。其中，不同於一般的交易策略衡量，模型中引用 Perold 於 1988 年所提出的執行損失，定義為資產理論價格與資產實際價格間的差異，主要差異來自於執行交易時存在於市場上的交易成本及交易執行下失敗可能帶來的機會成本，以便於估計更貼近現實市場情境下交易執行後可能取得的總價值金額。

本節的第一部份將以文字闡釋交易策略執行模型中的交易策略為何，接著，第二部份定義交易策略執行模型中各項符號所代表的意義，最後，第三部份將透過第二部份所定義之符號將第一部份所提及的交易策略轉為交易策略執行之數量模型。

1. 交易策略闡釋

在文獻回顧中，鉅額交易無法以一次性出售部位，而必須將交易拆解成為多次較小額的交易量。因此，本交易策略主要定義為單一資產於一段期間內，各期執行出售資產行為所建構而成之交易策略。在現實情境下，許多市場情境皆會導致市場參與者必須執行鉅額交易，此交易策略便適用於這類情境，藉由最適的策略序列進行交易執行以降低市場參與者於鉅額交易下對資產價格產生的衝擊及執行成本。

2. 符號定義

T ：交易執行期間

N ：總切割期數(期)

τ ：各切割期間長度(期)

X ：總執行部位(股)

t_i ：第 i 個時間點時間長度

x_i ：第 i 期(t_i)欲持有部位(股)

n_i ：第 i 期(t_i)欲出售部位(股)

S_0 ：資產初始價格(元)

\bar{S}_i ：第 i 期資產均衡價格(元)

\tilde{S}_i ：第 i 期資產出售時點瞬間價格(元)

μ ：資產平均報酬(%)

σ ：資產波動度(%)

ξ_i ：獨立常態隨機變數(平均數為0；變異數為1)

$p(\bullet)$ ：永久性市場衝擊函數

$t(\bullet)$ ：暫時性市場衝擊函數

γ ：永久性市場衝擊常數

ε ：出售部位產生之固定成本

η ：暫時性市場衝擊常數

L ：執行成本

3. 交易策略執行數量模型

根據交易策略的定義闡釋，假設模型中交易者持有交易總股數為 X 之交易部位，預計於 T 時間長度內將 X 總股數依 N 期間分批進行全數出售之交易策略。

在模型中將交易執行期間總長度 T 依分割期數 N 等份切割，故得到每期時間長度 $\tau = T/N$ 共 N 期。同時，將各個時點分別定義為第 i 期， $i = 0, 1, 2 \dots N$ 且第 i 期時點長度定義為 $t_i = i \cdot \tau$ ，分為 $t_0, t_1, t_2, \dots, t_N$ 。同時，模型重點在於描述各時點所執行之交易策略之資產數量，因此，將交易策略 T 時間內各期時點對應之當期所持有之剩餘部位定義為 x_i ，分為 $x_0, x_1, x_2, \dots, x_N$ 及當期所出售之部位定義為 n_i ，分別為 $x_0, x_1, x_2, \dots, x_N$ 。

在 t_0 期時(執行交易策略之起始點)所持有的部位 $x_0 = X$ ，也就是，仍未進行任何交易前持有總股數 X ；而在 t_N 期時(執行交易策略之最末點)所持有的部位 $x_N = 0$ ，也就是，所須執行交易的部位 X 皆完成執行。其中，任兩個相鄰時點間所持有部位 x_{i-1} 與 x_i 之部位差異即兩相鄰時點間所完成執行交易策略之部位 n_i 。

將上述各時點間的持有部位及交易部位關係，以符號表示如下：

$$x_i = X - \sum_{j=1}^i n_j = \sum_{j=i+1}^N n_j \quad i = 0, 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

亦可以將各時點間之關係以數線圖表示，如下：

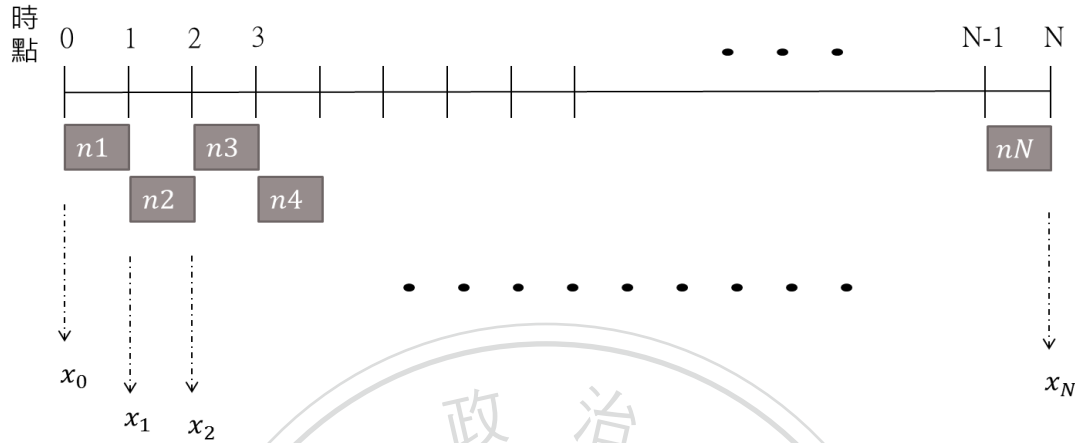


圖 3 交易策略示意圖

(1)式說明第*i*期所持有的交易剩餘部位 x_i ，可以藉由交易策略執行部位總數 X 扣除期初以來各期所執行交易出售的部位 $n_0 \dots n_i$ 加總求得；亦可以藉由反向計算第*i*期後的各時點計劃執行交易的各期部位 $n_{i+1} \dots n_N$ 而得。

在 Almgren & Chriss(2000)的交易策略模型裡，資產價格變動決定因素除了外生因素外，資產價格變動也受到內生因素影響，進而導致執行成本的產生。其中，外生因素包括資產價格波動度及平均報酬率，而內生因素為市場衝擊，包括永久性與暫時性兩種。外生因素存在任何市場情境之下，然而，當資產價格受內生因素衝擊時，視為流動性風險對於資產價格產生之衝擊。

資產價格波動度及平均報酬率兩者是受到市場上各參與者對於總體經濟變化、產業前景預估、突發事件宣布…等外在條件的觀察而對於資產價格趨勢產生不同的觀點及預期，進而做出與定義之交易策略互為獨立且隨機的交易行為所影響而呈現於市場的因子，故定義此兩者為外生因素。

永久性及暫時性市場衝擊兩因子則是受到交易策略各期交易執行而導致其衝擊反應於資產價格趨勢上之影響，故定義為內生因素，其主要反映市場流動性程度。其中，永久性市場衝擊因子是源於鉅額交易行為發生後，市場參與者接收到此交易所帶來的訊息，因而產生對於股價均衡之衝擊力道且該股衝擊力道將持續至該次交易策略完全執行完畢，也就是說，對於各期股價皆產生影響且具累積性；暫時性市場衝擊因子，則是在交易行為發生的瞬間，由於供給需求雙方不平衡而供給方必須對資產價格產生一定程度折價以創造需求而產生的衝擊力量，然而，此衝擊僅存於交易瞬間決定價格而不影響後期之股價均衡。

在資產價格動態模型的選擇上，考慮到交易策略執行於實務面的實用性應用離散型的資產動態價格，以便於實務上各時點長度切割及各時點執行部位數量之決策。因此，選擇離散性幾何隨機漫步過程做為資產價格動態的假設。同時，引入市場衝擊函數做為流動性風險之考慮變數並且為各時點執行部位數量的求解便利性而採用線性衝擊函數的設定，永久性與暫時性市場衝擊力道與各時點執行交易速率呈線性關係。

首先，未考慮流動性風險影響的離散性幾何隨機漫步動態過程，如下：

$$S_i^\mu = S_{i-1}^\mu + \mu\tau + \sigma\sqrt{\tau}\delta_i \quad (2.1)$$

$$S_i = S_{i-1} + \sigma\sqrt{\tau}\delta_i \quad (2.2)$$

方程式(2.1)和(2.2)說明，第*i*期資產價格為第*i* - 1期資產價格加上市場參與者對各類市場消息觀察而形成對τ長度期間後資產價格的預期報酬μ及可能面對的隨機價格波動σ兩者影響綜合產生次一期的資產價格走勢。其中，預期報酬μ除了是市場對未來資產價格的預期，也可以解讀為執行交易當下對未來市場價格走勢的看法及預期。若μ不為0(2.1)，則表示對未來的資產價格上漲或是下跌抱持看法；若μ為0(2.2)，則表示預期未來資產價格持平或不帶任何趨勢看法進行交易策略之決策。(2.1)與(2.2)所推導出的模型間之差異，可以視為執行交易策略對於趨勢是否抱持看法產生的額外成本增加或是減少。

由於本研究主要在考慮流動性風險對於執行成本之影響，因此，接著將考慮流動性風險(內生因素)如何透過市場衝擊的方式而影響資產之價格。

流動性風險對於資產價格的影響可分為永久性與暫時性兩種。首先，討論當流動性風險透過永久性市場衝擊對於資產價格均衡產生衝擊之情況。由於永久性市場衝擊將鉅額交易以訊號的型式傳遞給市場參與者，導致市場參與者對於價格以 $p(\bullet)$ 型式產生負向衝擊。其中，此訊號對於市場參與者將維持長期影響，即當市場參與者計劃進行交易時，將考慮各期鉅額交易對市場產生之影響，故各期之資產價格所受的永久性市場衝擊效果將延續至後期而產生累加性的影響。

永久性市場衝擊程度與交易速率呈線性關係，永久性市場衝擊函數如下：

$$p\left(\frac{n_i}{\tau}\right) = \gamma \cdot \frac{n_i}{\tau} \quad (3)$$

受到永久性市場衝擊後之資產價格均衡方程式，如下：

$$\bar{S}_i^\mu = S_{i-1}^\mu + \mu\tau + \sigma\sqrt{\tau}\delta_i - \tau p\left(\frac{n_i}{\tau}\right) = S_i^\mu - \tau p\left(\frac{n_i}{\tau}\right) \quad (4.1)$$

$$\bar{S}_i = S_{i-1} + \sigma\sqrt{\tau}\delta_i - \tau p\left(\frac{n_i}{\tau}\right) = S_i - \tau p\left(\frac{n_i}{\tau}\right) \quad (4.2)$$

在(3)中，可以看到永久性市場衝擊程度除了與各期執行交易之部位數量呈線性，加入期間長度 τ 則解釋成與執行交易的速率以 γ 定值呈比例，也就是說，當執行交易的速率愈快則資產價格受到永久性的衝擊愈明顯，同時，該時點產生的永久性價格衝擊將延續至之後各期，直到欲執行的總持有部位皆交易完畢。因此，在永久性市場衝擊對於資產價格均衡具有延續及累加性的假設下，考量大量且快速出脫持有部位將對於後續期間資產價格引發嚴重下跌效應，交易決策將避免過度高速地執行交易策略。當市場參與者皆共同採取高速交易策略的情況下，市場參與者將共同面臨巨大的永久性市場衝擊，導致資產均衡價格除了對於報酬波動產生反應外，市場參與者也將衡量當期市場上鉅額且高速交易可能產生的震盪。當此震盪被併入對下一時點資產價格波動度的考量，使得波動度隨著各時點市場參與者的恐慌而大幅上升，便可以解釋多數的股價崩跌、狂瀉不止皆起因於這樣非理性鉅額且快速拋售資產導致的惡性循環。

此外，交易執行策略之出售瞬間所取得之價格，亦藉由暫時性市場衝擊反應將流動性風險反映到資產價格。將暫時性市場衝擊加入各時點考慮過永久性衝擊所形成的資產均衡價格後，便可得到出售瞬間的資產價格。而瞬間的暫時性市場衝擊主要源自於市場上相當短暫的供給需求不平衡，而為此供給方必須提供部份折價以創造需求，此影響僅存在交易短暫瞬間，交易時點過後資產價格仍回復至均衡價格。

暫時性市場衝擊程度除了與交易量、交易速率呈線性關係，同時，固定成本也隱含於衝擊中，反映參與該筆交易之市場參與者所須支付的固定成本亦將其納入考慮，暫時性市場衝擊函數表示如下：

$$t\left(\frac{n_i}{\tau}\right) = \varepsilon + \eta \cdot \frac{n_i}{\tau} \quad (5)$$

同時受到暫時性市場衝擊後之瞬間資產價格方程式，如下：

$$\tilde{S}_i^\mu = S_{i-1}^\mu + \mu\tau + \sigma\sqrt{\tau}\delta_i - \tau p\left(\frac{n_i}{\tau}\right) - t\left(\frac{n_i}{\tau}\right) = \bar{S}_i^\mu - t\left(\frac{n_i}{\tau}\right) \quad (6.1)$$

$$\tilde{S}_i = S_{i-1} + \sigma\sqrt{\tau}\delta_i - \tau p\left(\frac{n_i}{\tau}\right) - t\left(\frac{n_i}{\tau}\right) = \bar{S}_i - t\left(\frac{n_i}{\tau}\right) \quad (6.2)$$

在(5)中，暫時性價格衝擊可以分為兩項。首項是當各筆交易執行時，隨之而產生的固定成本，由於買賣價差為市場上買賣雙方考量各自成本後所形成的市場價差資料，因此定義固定成本 ε 為市場上買賣價差的一半；次項則反應目標資產短暫供給需求不平衡對資產價格所產生的折價，仍然將暫時性價格衝擊與執行交易速率同樣定為線性關係，以定值 η 為比例。

下圖為標的資產價格受到永久性、暫時性衝擊後所呈現的變動情形：

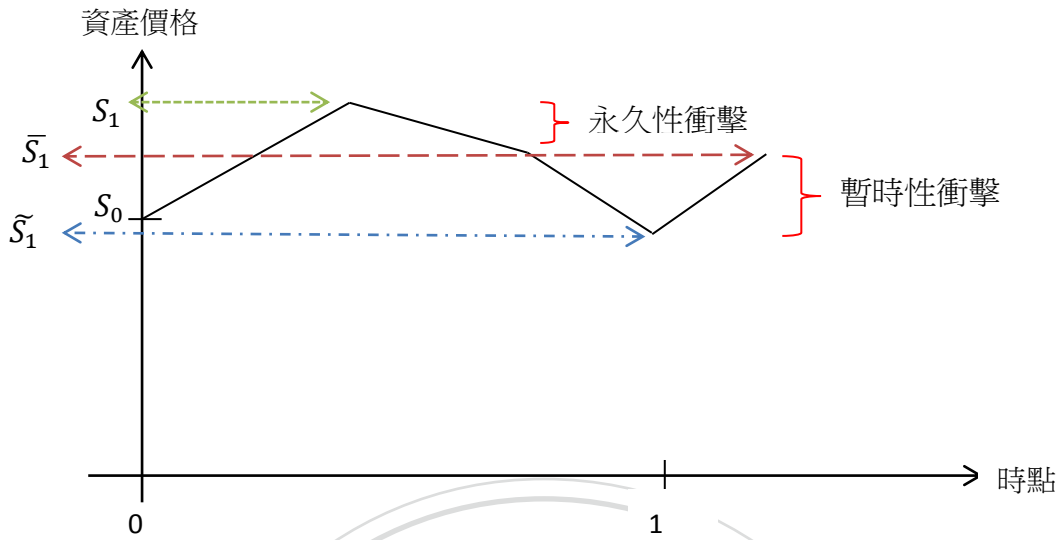


圖 4 考慮流動性風險後之資產價格動勢示意圖

在假定各時點預計交易之資產部位數量 n_i 及各出售時點的瞬間資產價格 \tilde{S}_i 後，將任一時點的資產部位數量乘上瞬間資產價格，可以求算出該時點交易策略執行後所取得之價值。將所有時點($i=1,2,3\dots N$)所取得之價值進行加總，便可以求得交易策略執行模型中的交易策略總執行價值並利用其計算執行成本。

各時點預計交易之資產部位數量 n_i 及各出售時點的瞬間資產價格 \tilde{S}_i ，如下圖：

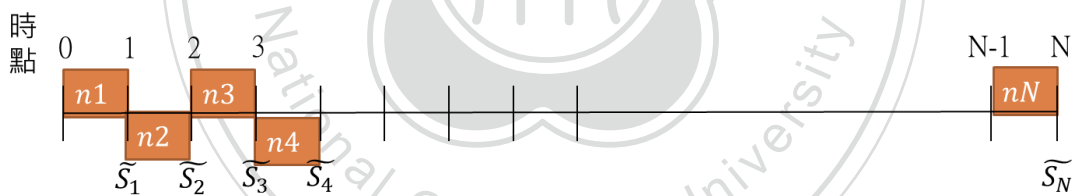


圖 5 交易策略執行後資產價值示意圖

交易策略完全執行後之總執行價值，表示如下：

$$\sum_{i=1}^N n_i^{\mu} \tilde{S}_i^{\mu} = X S_0 + \sum_{i=1}^N \mu \tau x_i^{\mu} + \sum_{i=1}^N \left(\sigma \sqrt{\tau} \delta_i - \tau p \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \right) x_i^{\mu} - \sum_{i=1}^N n_i^{\mu} t \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \quad (7.1)$$

$$\sum_{i=1}^N n_i \tilde{S}_i = X S_0 + \sum_{i=1}^N \left(\sigma \sqrt{\tau} \delta_i - \tau p \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \right) x_i - \sum_{i=1}^N n_i t \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \quad (7.2)$$

由(7.1)與(7.2)兩式，可以分解成兩大類—原始持有交易部位價值、各期間因素影響。原始持有交易部位價值為預計總持有股數乘上期初資產價格，在各時點皆維持不變。(7.1)第二項為預期資產價格趨勢對交易策略的總執行價值所產生的影響，若市場預期或看法為上揚，則 $\mu > 0$ 增加總執行價值；反之，則 $\mu < 0$ 將減低總執行價值。(7.2)第二項及(7.1)第三項為資產價格波動度及永久性衝擊效果的綜合項，當隨機常態變數 $\delta_i < 0$ 時，表示波動度及永久性衝擊皆對資產價格

趨勢產生負面影響；而 $\delta_i > 0$ 時，則將波動度視為永久性衝擊的抵減項，也就是說，當參與者對市場震盪有較大幅度之預期時，參與者較有意願承擔永久性市場衝擊對其所帶來的風險。(7.2)第三項及(7.1)第四項為暫時性市場衝擊對於資產價格走勢產生的影響。任一時點的交易所產生的供給需求不平衡皆需創造流動性需求對資產價格造成負向的衝擊。

求得期末總執行價值後，我們將期初資產價值與期末資產價值進行相減，解出整個交易策略執行期間所面臨的可能執行成本，方程式表示如下：

$$L^\mu = \sum_{i=1}^N \mu \tau x_i^\mu + \sum_{i=1}^N \left(\sigma \sqrt{\tau} \delta_i - \tau l \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \right) x_i^\mu - \sum_{i=1}^N n_i^\mu t \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \quad (8.1)$$

$$L = \sum_{i=1}^N \left(\sigma \sqrt{\tau} \delta_i - \tau l \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \right) x_i - \sum_{i=1}^N n_i t \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \quad (8.2)$$

由於執行交易策略所產生之執行成本 L 為隨機變數且多項因子皆需從市場上實際資料進行估計而無法以特定分配型式求解；因此，藉由統計學上的特性，將執行成本變數 L 求取期望值 $E(L)$ ，定義為執行交易策略之預期可能損失金額（執行成本），如下方程式：

$$E^\mu(L) = \sum_{i=1}^N \mu \tau x_i^\mu + \sum_{i=1}^N \tau x_i^\mu p \left(\frac{n_i}{\tau} \right) + \sum_{i=1}^N n_i^\mu t \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \quad (9.1.1)$$

$$= \frac{1}{2} \gamma X^2 - \mu \sum_{i=1}^N \tau x_i^\mu + \varepsilon \sum_{i=1}^N |n_i^\mu| + \frac{\tilde{\eta}}{\tau} \sum_{i=1}^N n_i^{\mu 2} \quad (9.1.2)$$

$$E(L) = \sum_{i=1}^N \tau x_i p \left(\frac{n_i}{\tau} \right) + \sum_{i=1}^N n_i t \left(\frac{n_i}{\tau} \right) \quad (9.2.1)$$

$$= \frac{1}{2} \gamma X^2 + \varepsilon \sum_{i=1}^N |n_i| + \frac{\tilde{\eta}}{\tau} \sum_{i=1}^N n_i^2 \quad (9.2.2)$$

由於執行交易策略所產生之可能損失金額（執行成本 L 為隨機變數且多項因子皆需從市場上實際資料進行估計而無法以特定分配型式求解；因此，藉由統計學上的特性，將可能損失金額（執行成本 L ）求取變異數 $V(L)$ ，定義為執行交易策略執行成本之波動程度，

$$V(x) = \sigma^2 \sum_{i=1}^N \tau x_i^2 \text{ 或 } \sigma^2 \sum_{i=1}^N \tau x_i^{\mu 2} \quad (10)$$

下個小節將利用上述執行成本 L 期望值與變異數兩項統計特性來建構執行交易策略下執行成本之交易前緣。

第二節 建構交易執行策略交易前緣與最適交易策略

由於本研究主要目的在於分析當鉅額交易存在市場時，市場參與者各期應該選擇持有多少部位數量做為其最適交易執行策略以有效降低該交易期間所面對之執行成本；也就是說，當整體市場參與者對於市場走勢皆具備相同趨勢看法時，參與者應該依何種數量及速度執行持有部位之交易策略才可以有效將其所應支付的執行成本可能損失金額與執行成本之變動達到最適化。

在市場參與者皆符合理性的假設下，當市場參與者面對一定的執行成本可能損失時，應該追求執行成本波動的極小化，以達到效用的滿足感極大化。因此，在追求交易策略最適化的建構前提下，應該使得參與者在給定執行成本可能損失的情況下，追求所面對的執行成本波動最小；或者，給定市場參與者相同的執行成本波動下，盡可能降低執行成本可能損失金額，故稱之為最適化或最有效率的交易策略。

為求解最適化交易策略，必須引入最適化求解方法，選定目標函數，將執行成本期望值 $E(L)$ 及執行成本變異數 $V(L)$ 利用拉格朗日乘數 λ 建構成目標函數。

目標函數如下：

$$U(L) = E(L) + \lambda V(L) \quad (11)$$

上列(11)中，市場參與者的目標函數 $U(L)$ 藉由執行成本期望值 $E(L)$ 及執行變異數 $V(L)$ 建構而成。如此一來，在決策交易策略過程中，可以避免市場參與者為了規避未來市場波動所產生的風險，而採取一次性全數執行的策略而蒙受極高的執行成本期望值 $E(L)$ ；同時，也可以避免市場參與者為了規避當下大額的執行成本期望值 $E(L)$ ，而採取大量且過度長期持有的策略而忽略了執行成本變異數 $V(L)$ 所可能隱藏的龐大波動。

此外，(11)中加入拉格朗日常數 λ ，除了利於目標函數計算外，同時， λ 也具有其經濟意涵，在執行成本期望值 $E(L)$ 相同下，對風險承擔較敏感的市場參與者將追求執行成本變異數 $V(L)$ 極小化的交易策略，當參與者希望執行成本變異數 $V(L)$ 帶來執行成本期望值 $E(L)$ 下降好處所需要承擔的代價，故 λ 大於0做為市場參與者對於承擔未知動盪較為敏感的代表；反之，對風險承擔較不敏感的市場參與者而言，追求變異數 $V(L)$ 的增加，隨著而來的是執行成本期望值 $E(L)$ 的好處，故 λ 應該小於0； λ 等於0，則說明該市場參與者對於風險並沒有任何特定的敏感度傾向。

將(9.1.2)及(9.2.2)代入(11)，如下：

$$U^\mu(L) = \frac{1}{2}\gamma X^2 - \mu \sum_{i=1}^N \tau x_i^\mu + \varepsilon \sum_{i=1}^N |n_i^\mu| + \frac{\tilde{\eta}}{\tau} \sum_{i=1}^N n_i^{\mu^2} + \tau \sigma^2 \sum_{i=1}^N \tau x_i^{\mu^2} \quad (12.1)$$

$$U(L) = \frac{1}{2}\gamma X^2 + \varepsilon \sum_{i=1}^N |n_i| + \frac{\tilde{\eta}}{\tau} \sum_{i=1}^N n_i^2 + \lambda \sigma^2 \sum_{i=1}^N \tau x_i^2 \quad (12.2)$$

上述兩個目標函數 $U(L)$ 皆為 x_i 及 τ 的函數，求解最適化問題時，針對各個 x_i 進行偏微分並且令其為0，可得到以下兩等價公式：

$$\frac{(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1}))}{\tau^2} = \tilde{\kappa}^2 (x_i - \bar{x}) = \tilde{\kappa}^2 \left(x_i - \frac{\alpha}{2\lambda\sigma^2} \right) \quad (13.1)$$

$$\frac{(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1}))}{\tau^2} = \frac{\lambda\sigma^2}{\tilde{\eta}} x_i = \tilde{\kappa}^2 x_i \quad (13.2)$$

上述兩式中，由於 x_{i-1} 、 x_i 和 x_{i+1} 呈現線性差分方程的型式，在 Almgren & Chriss(2000)文章中，猜測 x_i 為 $\exp(\pm\kappa t_i)$ 可解得

$$\frac{2}{\tau^2} (\cosh(\kappa\tau) - 1) = \tilde{\kappa}^2$$

同時，利用交易策略中對於期初持有部位 $x_0 = X$ 及期末持有部位 $x_N = 0$ 的假設做為差分方程的特殊解，針對資產價格動態是否存在 $\mu\tau$ 項分別解出兩組不同的交易策略。

(1) 資產價格動態存在 $\mu\tau$ 項者下的交易策略及其效率前緣

$$x_i^\mu = \frac{\sinh(\kappa(T-t_i))}{\sinh(\kappa T)} (X - \bar{x}) + \left[1 - \frac{\sinh(\kappa t_i)}{\sinh(\kappa T)} \right] \bar{x} \quad (14)$$

$$n_i^\mu = \frac{2 \sinh(\frac{1}{2}\kappa\tau)}{\sinh(\kappa T)} \cosh\left(\kappa\left(T - t_{i-\frac{1}{2}}\right)\right) (X - \bar{x}) + \frac{2 \sinh(\frac{1}{2}\kappa\tau)}{\sinh(\kappa T)} \cosh(\kappa t_{i-\frac{1}{2}}) \bar{x} \quad (15)$$

分別將(14)、(15)帶回(9.1.2)、(10)，便可求解出資產價格動態存在 $\mu\tau$ 項時，依照交易策略進行所需面對的執行成本期望值 $E(L)$ 及執行成本變異數 $V(L)$ 。

(2) 資產價格動態不存在 $\mu\tau$ 項者的交易策略及其效率前緣

$$x_i = \frac{\sinh(\kappa(T-t_i))}{\sinh(\kappa T)} X \quad (16)$$

$$n_i = \frac{2 \sinh(\frac{1}{2}\kappa\tau)}{\sinh(\kappa T)} \cosh\left(\kappa\left(T - t_{i-\frac{1}{2}}\right)\right) X \quad (17)$$

分別將(16)、(17)式帶回(9.2.2)、(10)式，便可求解出資產價格動態不存在 $\mu\tau$ 項時，依照交易策略進行執行所面對的執行成本期望值 $E(L)$ 及執行成本變異數 $V(L)$ 。

考慮流動性風險之交易執行策略下，執行成本期望值：

$$E(L) = \frac{1}{2}\gamma X^2 + \varepsilon X + \tilde{\eta} X^2 \frac{\tanh(\frac{1}{2}\kappa\tau)(\tau \sinh(2\kappa T) + 2T \sinh(\kappa\tau))}{2\tau^2 \sinh^2(\kappa T)} \quad (18)$$

考慮流動性風險之交易執行策略下，執行成本變異數：

$$V(L) = \frac{1}{2}\sigma^2 X^2 \frac{\tau \sinh(\kappa T) \cosh(\kappa(T-\tau)) - T \sinh(\kappa\tau)}{\sinh^2(\kappa T) \sinh(\kappa\tau)} \quad (19)$$

(3) 交易策略模型解析

比較(14)與(16)、(15)與(17)，可以觀察到不論資產價格動態是否具有 $\mu\tau$ 項，兩者之交易策略皆存在相似項。

以資產價格動態不存在 $\mu\tau$ 項的交易策略中， n_i 和 x_i 皆與持有總數 X 呈現一個共同係數的關係。而資產價格動態存在 $\mu\tau$ 項的交易策略中，與前者存在共通點，就是皆與持有數量呈現一個共同係數的關係，但是該持有數量減低為 $(X - \bar{x})$ 。減少的 \bar{x} 部份，則可以視為 $\mu\tau$ 項對交易策略產生影響的調整項，也就是說，當參與者對於未來的資產價格趨勢持有一定的看法或觀點時，其交易策略為不持有任何看法的參與者所制訂的交易策略上，透過 \bar{x} 比例進行微調。

在(18)中，觀察到執行成本期望值可以拆解為三大項，首項表示執行成本的組成受永久性市場衝擊影響、次項表示執行成本的組成包含固定成本、末項則表示執行成本的組成亦受到暫時性市場衝擊影響。執行成本中的固定成本與持有總數成線性關係，而考慮流動性風險後所受到市場衝擊則與持有總數的二次呈線性關係。在(19)中，執行成本變異數則主要受到資產波動度及持有總數的二次關係所影響變異程度。

在第四章實證分析的部份，透過本章推導之各項公式，將實際市場數據加入計算，利用求得之執行成本期望值 $E(L)$ 、變異數 $V(L)$ 、交易執行策略....等進行相關研究與分析。

第四章 實證分析與結果

本章將延續第三章所推導得知的模型封閉解，包括各期預計出售資產股數 n_i 、各期預計剩餘持有部位 x_i 、執行成本期望值 $E(L)$ 、執行成本變異數 $V(L)$ …等，將真實市場上的市場數據整理並納入模型封閉解之計算。藉由實際數據求得各期最適化交易策略並建構交易前緣，針對不同市場情境及環境進行相關比較、分析。

本章主要分為四小節，第一節為資料描述，對於實證分析所需之各項數據進行變數定義，藉由變數定義選取資料庫中適當樣本資料並針對資料特質進行描述與分析。第二節為交易執行期間假設與參數分析，由於本研究之模型基於一段期間內之交易策略決策所引導出的各項數據，因此，針對交易執行期間的各項條件皆需要明確假設。第三節為執行成本與交易前緣之分析，也是本章主要的重點。透過第一節與第二節的數據資料來決定執行期間內之交易策略型態、計算各標的樣本其執行成本並建構出不同市場情境下的交易前緣並進行分析以期發現隱藏於數據間之經濟意涵。第四節為交易前緣之敏感度分析，利用各參數特定調幅來觀察交易策略與交易效率前緣之變化，做為實際市場上參數變動的直覺與依據。

第一節 資料描述

本節主要針對實證分析所需要之實際數據資料進行定義，說明各類數據應該從資料庫上如何選取，接著針對選取之樣本資料進行描述，以便於閱讀者建立樣本資料之背景認識。

1. 變數定義

在第三章所推導出的數學模型裡，交易前緣的建構與執行成本之計算需要取得的變數，包括資產價格初始值 S_0 、平均報酬率 μ 、波動度 σ …等。其中，各項變數所代表之經濟意涵及其計算方式，說明如下：

(1) 資產價格初始值 S_0 及其平均報酬率 μ 、波動度 σ

由於資產價格動態中需要資產價格起始值以計算往後各期資產價格走勢，因此，定義資產價格初始值為選定交易資產於市場上前一日之收盤價。交易資產的報酬率計算也是依據市場上每日收盤價之漲跌佔前日收盤價之比例，定義為該資產當日報酬率。平均報酬率及波動度，則依照上述報酬率的平均值與標準差求算。以本研究為例，由於執行期間長度假設為一天，故計算交易資產之平均日報酬率及日標準化後的波動度。

(2) 交易固定成本 ε

模型中所提到的交易固定成本 ε 是隸屬於暫時性市場衝擊，而交易固定成本於實際情況大多數為經紀商所收取之交易手續費、主管機關所訂定之交易稅…等。上述種種成本過於繁瑣且不易衡量，然而，在實際市場上卻能找買賣價差的現象。買價代表買方對於該筆市場交易所願意支付之價值，賣價則代表賣方對於該筆市場交易所願意接受之出售價值，之所以能形成買賣價便是交易方考慮各項交易所需成本後，訂定可接受之交易價格範圍而形成。假設買賣價差的形成受買賣雙方力量均等，故選用買賣價差的一半做為單一方面市場參與者所願意支付的交易固定成本。

(3) 市場參與者對風險承擔敏感程度 λ

每個市場參與者對於交易執行策略的決策都會受到自身對於風險承擔的敏感度不同而產生差異。模型於目標函數中引入 λ 反映不同市場參與者對於風險敏感程度，以便於針對敏感程度之分析、比較。然而，市場參與者之風險敏感程度無法量化，僅能藉由數值大小來衡量相對敏感程度。

(4) 暫時性市場衝擊常數 η 與永久性市場衝擊常數 γ

考慮市場上存在流動性風險的摩擦時，當交易過程發生時，標的樣本資產價格受到衝擊，此流動性風險反映至資產價格的衝擊程度上，以對價格之單位衝擊程度呈現，故引入“市場衝擊常數”。此市場衝擊常數市場將反映買賣價差、交易量對於價格之衝擊程度，方程式表示如下：

$$\eta = \frac{Bid/Ask\ Spread}{1\% \cdot volume}$$
$$\gamma = \frac{Bid/Ask\ Spread}{10\% \cdot volume}$$

2. 樣本資料敘述

(1) 標的樣本選取

第一類樣本選取指數型基金—台灣 50、中型 100 兩檔指數型資產來做實證分析研究。透過兩者資產規模不同所隱涵的交易量及買賣價差異，藉此分析不同流動性特性的樣本於執行成本及交易前緣之影響。

第二類樣本從台灣 50 成份股中選取台積電、國泰金、台塑及中型 100 中選取英業達、台新金、寶成六檔股票型資產來做實證分析研究。為了選取具代表性之標的樣本，以台灣 50 與中型 100 之成份股做為選股之組合，其中，以佔指數比重較高者為優先考量。此外，前三者(台積電、國泰金、台塑)與後三者(英業達、台新金、寶成)除了具有第一類樣本之特性差異供分析外，台積電與英業達代表電子產業所擁有之特性，國泰金與台新金代表金融產業的特性，台塑與寶成則代表傳統產業。透過不同產業別之分析比較，希望藉此探討不同產業、規模對於執行成本與交易前緣之影響。

(2) 樣本分析期間選取

樣本期間以次級房貸危機做為界線分為三個階段期間，分別為危機前、危機發生期間、危機後，時間選取為 2006 年 1 月 2 日至 2007 年 7 月 31 日(共 367 筆日資料)、2007 年 8 月 1 日至 2008 年 12 月 31 日(共 377 筆日資料)、2008 年 1 月 5 日至 2009 年 6 月 30 日(共 371 筆日資料)。

各階段之期間日期與資料總筆數，整理如下表：

表 1 標的樣本期間及筆數整理

期間	危機前 (2006.1.2~2007.6.29)	危機發生期間 (2007.7.2~2008.12.31)	危機後 (2009.1.5~2010.6.30)
筆數	367	377	371

(3) 樣本資料來源

樣本資料取自台灣經濟新報 TEJ+ 資料庫，由 TEJ Equity 分類中的除權息調整後日資料提取收盤價、報酬率、最後揭示買價、最後揭示賣價以上四項歷史數據。

各項變數與樣本資料來源之間的關係，整理如下表所示：

表 2 資料來源及其與變數關係式

變數符號	變數意涵	計算方式
S_0	標的資產初始價格	前一日之 <u>收盤價</u>
X	總持有數量	自行設定
T	總持有期間長度	自行設定
N	各期間長度	自行設定
μ	標的資產平均數	<u>報酬率</u> 之平均值
σ	標的資產波動度	<u>報酬率</u> 之標準差
ε	標的資產出售之固定成本	$(\text{最後揭示賣價} - \text{最後揭示買價})/2$
γ	永久性衝擊常數	$(\text{最後揭示賣價} - \text{最後揭示買價}) / (10\% \times \text{持有總數})$
η	暫時性衝擊常數	$(\text{最後揭示賣價} - \text{最後揭示買價}) / (1\% \times \text{持有總數})$
λ	風險承擔敏感程度	自行設定

第二節 交易執行期間假設與參數分析

第一節已經將本章實證研究所需要的進行個別的變數定義並說明數據來源。為了第三節得以建構交易前緣及執行成本比較，本節必須針對交易執行策略之期間長度、持有股數…等自訂參數進行假設。同時，利用本節之假設將實際市場資料計算成實證研究所需變數。透過各項變數來分析各個標的樣本之間所面臨的流動性程度、價格市場衝擊程度…等重要影響因素。

1. 交易執行期間假設

基於本研究所採用之最佳執行概念，交易執行期間的假設是必須且重要的。因此，以下針對本章實證研究交易執行策略的相關參數進行假設：假設市場參與者決定於某時間點進行持有部位的交易執行策略，出售其手上所持有的指定資產部位數量。

市場參與者預計於該時間點後連續 5 天，即一週的營業日，執行其出售交易策略期數 5 次，由於模型假設期間長度等長，因此，將總持有期間長度 5 天除以執行交易策略期數 5 次得到期間平均長度為 1 天，即每個營業日執行一次出售交易策略。而預計出售的所持有指定資產部位數量訂為 50 萬股，也就是說，一週的營業日內必須以每日執行一次交易的速度將總數 50 萬股的標的資產全數出售執行完畢。

後續的實證分析由本節開始，透過參數比較、分析來瞭解各樣本期間內各標的樣本資產所面對的流動性風險程度、價格市場衝擊程度…等。

2. 參數分析

本研究將重點著重於考慮流動性風險後，對於執行成本所產生的影響。因此，流動性風險的程度高低及其如何反映至執行成本上，便成為另一大重要的觀察重點。在此，將藉由不同的樣本研究期間，兩檔指數型基金及六檔個別股票之流動性數據進行分析、比較，再結合執行成本與交易前緣的結果，將其面對的市場流動性風險、價格市場衝擊程度…等之差異進行說明。

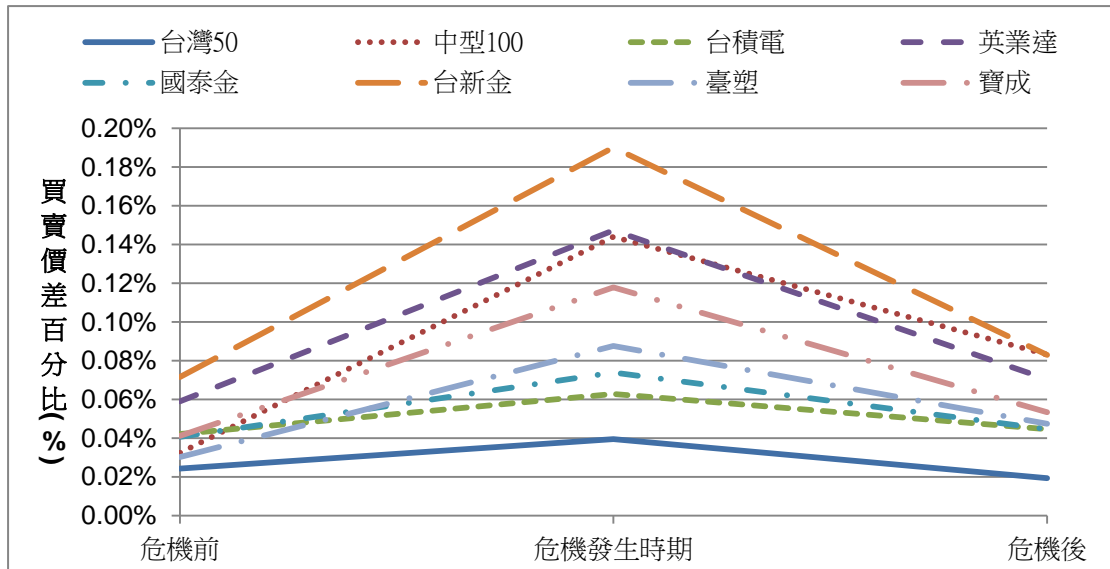


圖 6 各樣本點的買賣價差百分比

在圖 6 中顯示，危機前的樣本期間，標的樣本資產的買賣價差百分比介於 0.02%到 0.08%之間；危機發生期間的樣本期間，標的樣本資產的買賣價差百分比介於 0.02%到 0.2%之間；危機後的樣本期間，標的樣本資產的買賣價差百分比介於 0.02%到 0.1%之間。

標的資產的買賣價差百分比在不同的時間點建構出不同的買賣價差百分比區間。由上述數據可以發現到，標的樣本資產所建構的買賣價差百分比區間，由危機前的 4 倍擴大至危機發生期間的 10 倍再降回 5 倍。說明台灣證券市場在危機發生期間，部份個別資產所面臨的流動性風險急遽增加，而正常市場情境下，則維持於一個穩定的區間變動。

從個別標的樣本資產來看，規模較小的中型 100、台新金、英業達、寶成之買賣價差百分比變動較為明顯(達到一倍的增幅)，說明股本的規模大小與台灣證券市場個別資產的買賣價差百分比成反比，規模愈大買賣價差愈小、規模愈小買賣價差愈大，顯示規模大小將影響流動性對於買賣價差的衝擊。

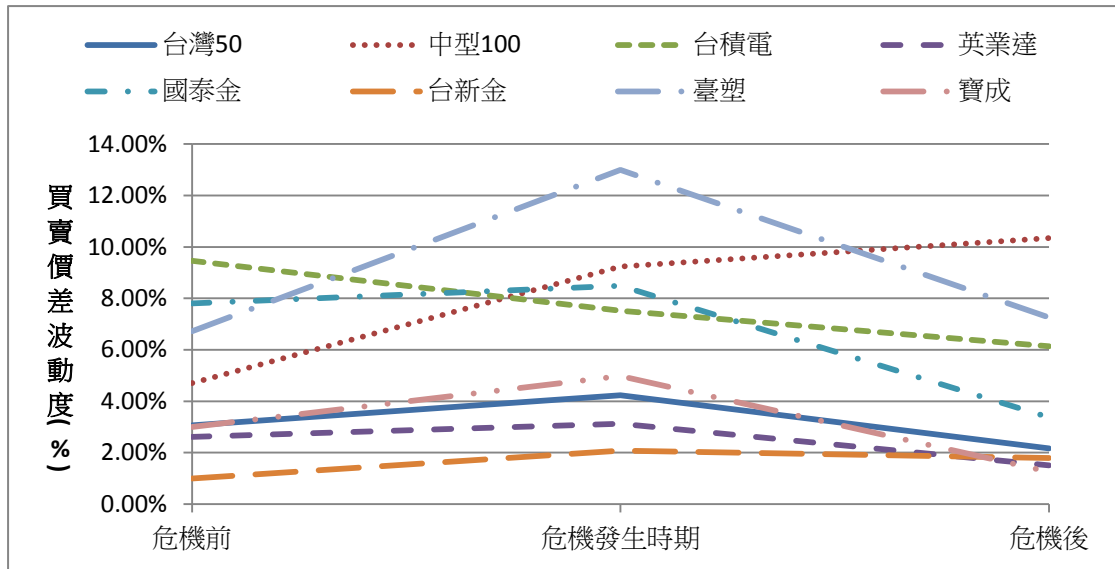


圖 7 各樣本點的買賣價差波動度

在圖 7 中顯示，危機前的樣本期間，標的樣本資產的買賣價差波動度介 1% 到 10% 之間；危機發生期間的樣本期間，標的樣本資產的買賣價差波動度介於 2% 到 13% 之間；危機後的樣本期間，標的樣本資產的買賣價差波動度介於 2% 到 11% 之間。

標的資產的買賣價差波動度在不同樣本研究時點反映出該期間各別標的樣本資產之買賣價差變動幅度。在上圖中，不同樣本研究期間的變動幅度沒有明顯的趨勢，說明市場是否發生危機並不是買賣價差波動的主要驅動因子，同時，也表示買賣價差的波動是以漸進式增減。

從個別標的樣本資產來看，規模較小的中型 100、台積電、國泰金、台塑之買賣價差波動較高，說明說明股本的規模大小與台灣證券市場個別資產的買賣價差波動度成正比，規模愈大買賣價差波動度愈大、規模愈小買賣價差波動度愈大，顯示規模大小將影響流動性對買賣價差波動度的影響。

綜合買賣價差百分比與買賣價差波動度之分析，可以說明，股本規模較大之標的樣本資產所形成之整體買賣價差較低但波動出現突然增加的情況較頻繁，即任意時點流動性風險突然增加的機會較高；股本規模較小之標的樣本資產所形成之整體買賣價差較高但出現突然增加的情況較偶然，即任意時點流動性風險突然增加的機會較低。

藉由上述對於流動性風險之分析，可以發現市場上各標的資產皆具有不同的流動性特質，因此，透過此分析與後續的執行成本、交易前緣進行對照可以看出流動性是否透過對於資產價格衝擊而反映至成本上。

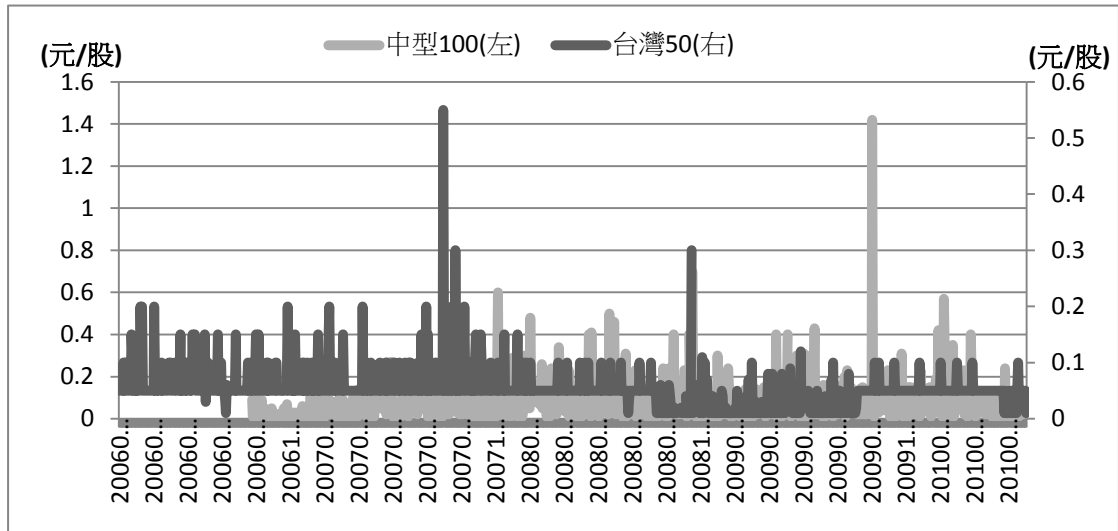


圖 8 指數型：台灣 50 與中型 100 之期間買賣價差變動

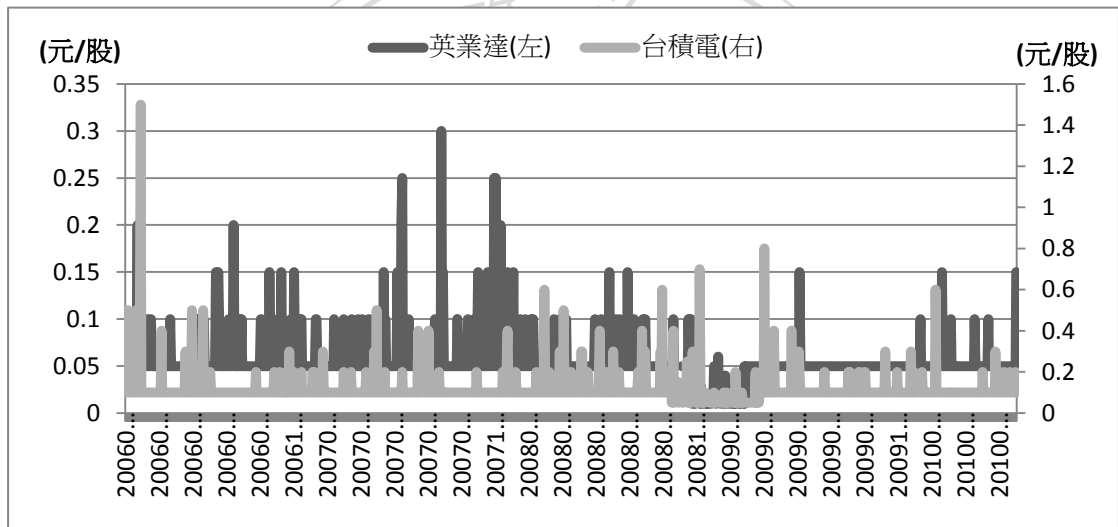


圖 9 電子產業：台積電與英業達之期間買賣價差變動

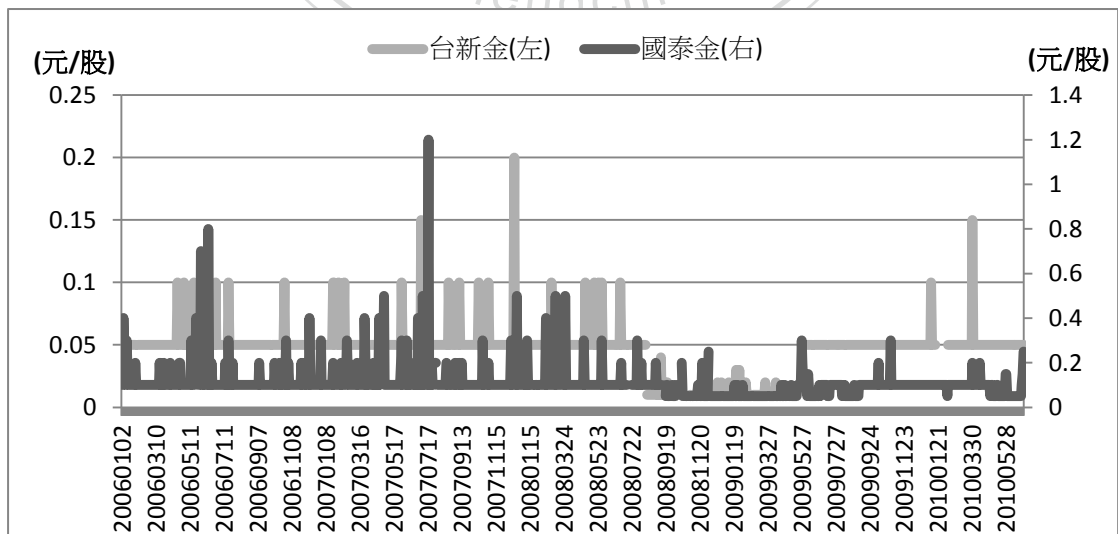


圖 10 金融產業：國泰金與台新金之期間買賣價差變動

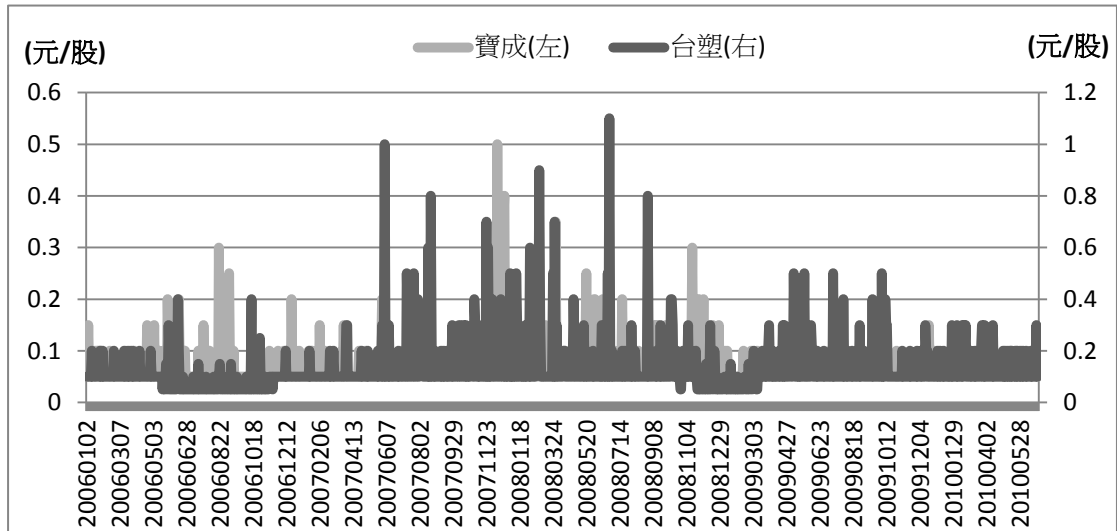


圖 11 傳統產業：台塑與寶成之期間買賣價差變動

由圖 8 到圖 11 中可以發現，標的樣本資產之買賣價差在 2008 年 8 月至 2009 年 8 月分別呈現出數段買賣價差數值偏低之區間，這些區間並非買賣價差偏低而是缺乏買賣價差數值，也就是說，市場上僅存在買方或賣方，參與者並無法完成搓合交易，又因各別區間幾乎落於危機發生期間，說明個別標的樣本資產在危機發生期間所面臨的流動性風險高於危機未發生的正常市場情境下。

此外，買賣價差數值與規模大小成正比，規模愈大則買賣價差數值愈大，規模愈小則買賣價差數值愈小，主要是因為資產股價愈高則跳動點愈高之影響。

以下將買賣價差缺乏數值的區間進行分析：

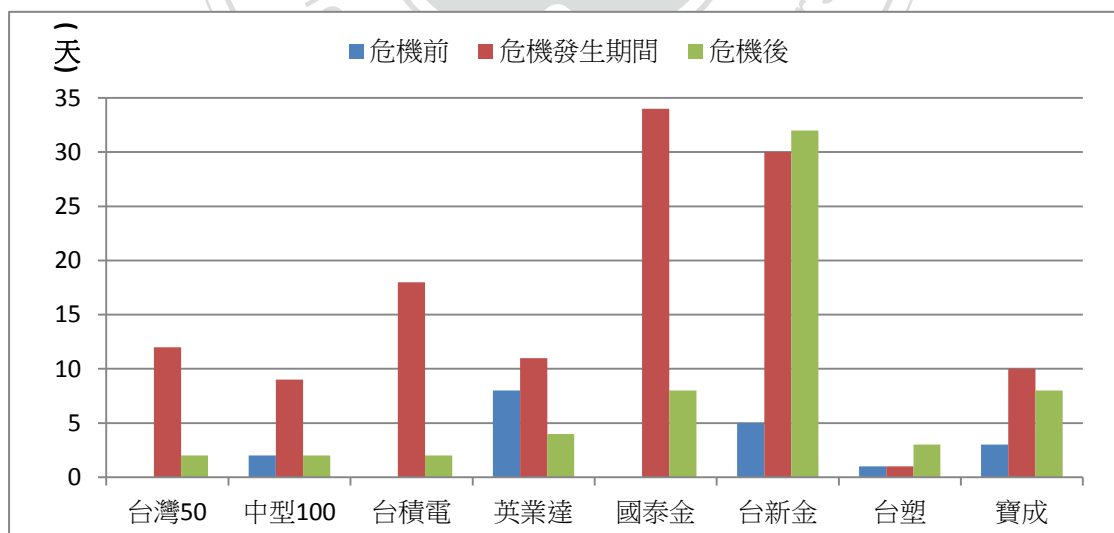


圖 12 樣本期間各標的樣本資產缺乏買賣價差天數

由圖 12 可以看到，各標的樣本資產無法形成買賣價差的天數在危機發生期間皆遠高於危機前、後兩段期間。將上列無法形成買賣價差的日期與各標的樣本資產的報酬率比較後，發現多數原因來自於開盤後股價隨即出現漲、跌停盤勢且持續至盤末，導致買賣價差無法形成。對於此類特性的標的樣本資產，當持有者預計變現時可能存在較高機率無法進行交易的執行，也說明類特性的標的樣本資產所可能面對的流動性風險較大。

同時，數據也顯示出，兩檔指數型基金及台積電、國泰金、台塑這類規模較大之個別資產無法產生買賣價差的機會較小，相對於規模較小者，持有之流動性風險較低。在產業方面，分屬金融類股的兩家標的樣本資產之無法產生買賣價差的機會遠高於電子、傳統產業所選取出之標的樣本資產，故可推論持有金融產業個別資產所可能面對的流動性風險相對地高於電子及傳統產業。

綜合買賣價差與買賣價差百分比的結果，可以說明在台灣股票市場中，由於買賣價差直接受到資產規模高低而產生差異，較不適用於觀察流動性風險性質，反之，買賣價差百分比因為針對資產價格高低進行調整，透過買賣價差與資產價格之幅度調整而較能反映出真實流動性風險之現象。其中，又以金融產業與規模較小之標的樣本所曝露於流動性風險較高的環境下。

在對於流動性風險的分析後，為了下一節建構效率前緣之數值需要，在此節將模型所需的各項參數進行整理並進行初步分析。模型所需各項參數整理以下：

表 3 台灣 50 樣本期間之參數整理

台灣 50						
	S_0	μ	σ	ε	η	γ
危機前	53.8	0.09%	1.05%	3.184E-02	1.274E-05	1.274E-06
危機發生期間	29.89	-0.13%	2.27%	2.705E-02	1.082E-05	1.082E-06
危機後	45.91	0.13%	1.52%	1.909E-02	7.637E-06	7.637E-07

表 4 中型 100 樣本期間之參數整理

中型 100						
	S_0	μ	σ	ε	η	γ
危機前	30.8	0.16%	1.04%	2.329E-02	9.32E-06	9.32E-07
危機發生期間	13.97	-0.18%	2.41%	4.679E-02	1.87E-05	1.87E-06
危機後	24.46	0.17%	1.76%	4.341E-02	1.74E-05	1.74E-06

表 5 台積電樣本期間之參數整理

台積電						
	S_0	μ	σ	ε	γ	η
危機前	56.65	0.08%	1.65%	5.98E-02	2.39E-05	2.39E-06
危機發生期間	38.11	-0.08%	2.58%	5.82E-02	2.33E-05	2.33E-06
危機後	55.62	0.12%	1.80%	5.37E-02	2.15E-05	2.15E-06

表 6 英業達樣本期間之參數整理

英業達						
	S_0	μ	σ	ε	γ	η
危機前	14.27	0.08%	2.29%	2.96E-02	1.18E-05	1.18E-06
危機發生期間	6.73	-0.17%	2.49%	2.80E-02	1.12E-05	1.12E-06
危機後	14.71	0.23%	2.02%	2.43E-02	9.71E-06	9.71E-07

表 7 國泰金樣本期間之參數整理

國泰金						
	S_0	μ	σ	ε	γ	η
危機前	64.18	0.11%	1.61%	6.36E-02	2.54E-05	2.54E-06
危機發生期間	33.24	-0.13%	3.14%	5.55E-02	2.22E-05	2.22E-06
危機後	44.63	0.11%	2.50%	4.16E-02	1.66E-05	1.66E-06

表 8 台新金樣本期間之參數整理

台新金						
	S_0	μ	σ	ε	γ	η
危機前	15.89	0.03%	1.85%	2.60E-02	1.04E-05	1.04E-06
危機發生期間	5.15	-0.25%	2.99%	2.23E-02	8.92E-06	8.92E-07
危機後	10.46	0.24%	3.05%	2.06E-02	8.25E-06	8.25E-07

表 9 台塑樣本期間之參數整理

台塑						
	S_0	μ	σ	ε	γ	η
危機前	57.48	0.17%	1.14%	4.99E-02	2.00E-05	2.00E-06
危機發生期間	35	-0.10%	2.31%	7.57E-02	3.03E-05	3.03E-06
危機後	59.29	0.16%	1.61%	6.30E-02	2.52E-05	2.52E-06

表 10 寶成樣本期間之參數整理

寶成						
	S_0	μ	σ	ε	γ	η
危機前	24.57	0.20%	1.94%	3.05E-02	1.22E-05	1.22E-06
危機發生期間	12.02	-0.16%	2.65%	3.47E-02	1.39E-05	1.39E-06
危機後	21.94	0.19%	2.23%	2.65E-02	1.06E-05	1.06E-06

由表 3 到表 10 中，可以觀察到標的樣本資產之報酬率平均值、標準差皆與樣本期間呈現相關趨勢。所有標的樣本資產之報酬率於危機發生期間皆為負報酬，而危機前、後則皆為正報酬。而標的樣本資產之報酬標準差於危機發生期間皆大於 2%，對於危機前、後之報酬率標準差僅 1%者(台灣 50、中型 100、台塑)，說明危機發生期間對於標的樣本資產價格產生相當劇烈之衝擊。其中，標準差對於交易前緣之建構將會產生明顯的影響。

有了交易策略期間之假設及各項參數後，對於標的樣本資產之價格風險和流動性風險有了基本的概念。接著，將利用本節之數據進行第三節之交易前緣與執行成本之建構、計算。

第三節 執行成本與交易前緣之分析

延續第二節後半部對於各標的樣本參數的整理與計算，結合第三章所推導之模型，在各樣本期間內依據市場參與者不同的風險承擔敏感程度，建構出本節之各樣本期間執行成本與交易前緣。第一部份呈現標的樣本資產於各個研究時點之最佳執行策略下所面對的執行成本並針對執行成本做拆解、分析。第二部份則是針對交易前緣上所對應的各點進行標準化，比較不同樣本資產所承受風險的程度及各研究期間的程度變化。

1. 執行成本

執行成本，為最佳交易執行策略下完成總股數出售執行所需承擔的成本。在不同的市場流動性程度下，最佳執行成本之間是否反映出其差異。

首先，由各標的樣本於三段研究期間之最佳執行成本進行比較、分析。

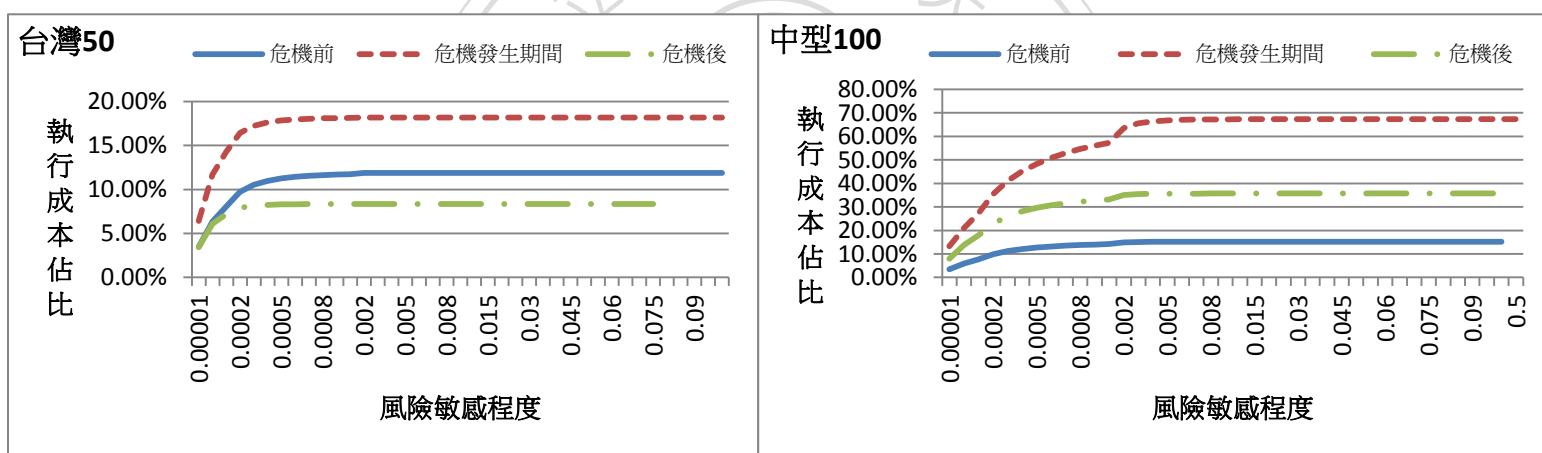


圖 13 台灣 50 與中型 100 的最佳執行成本佔比

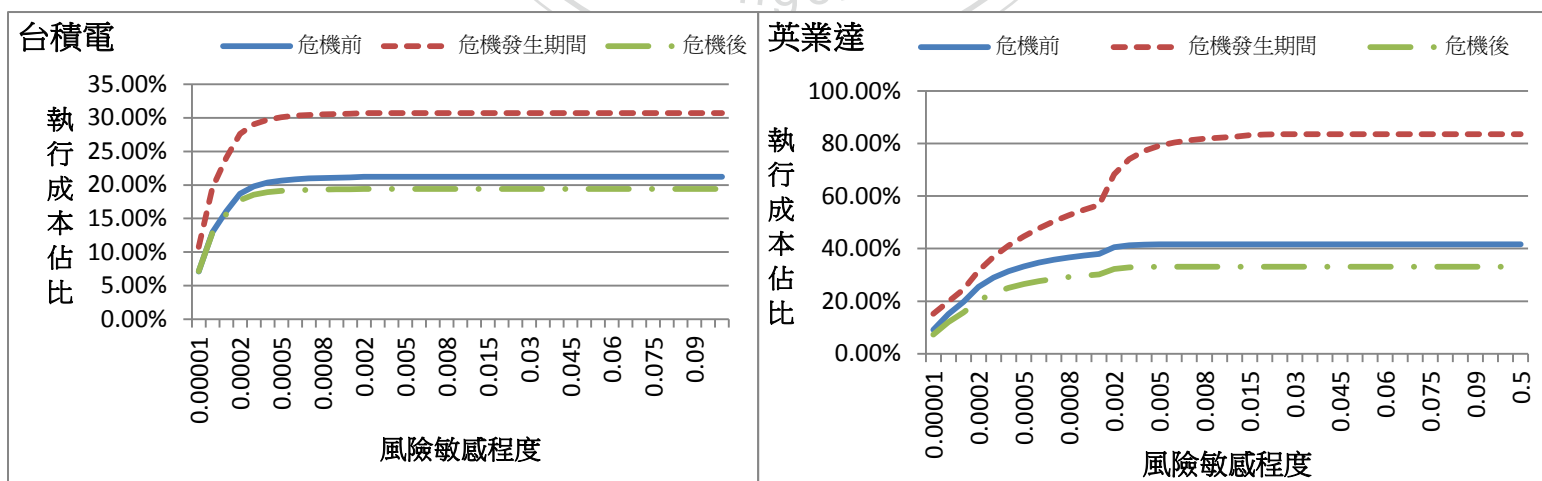


圖 14 台積電與英業達的最佳執行成本佔比

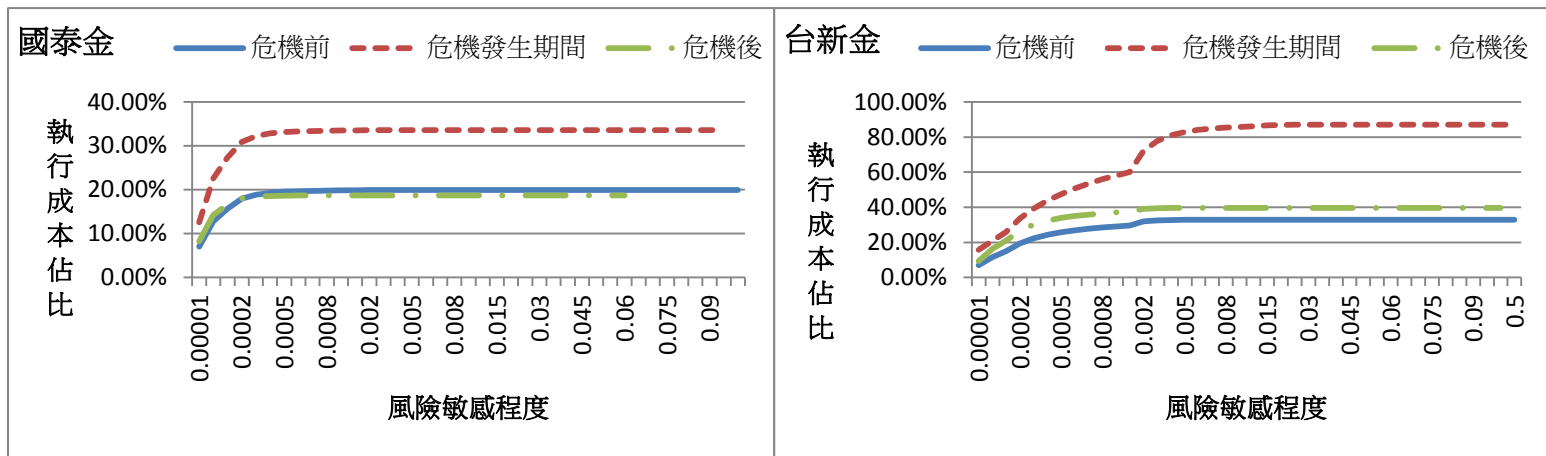


圖 16 國泰金與台新金的最佳執行成本佔比

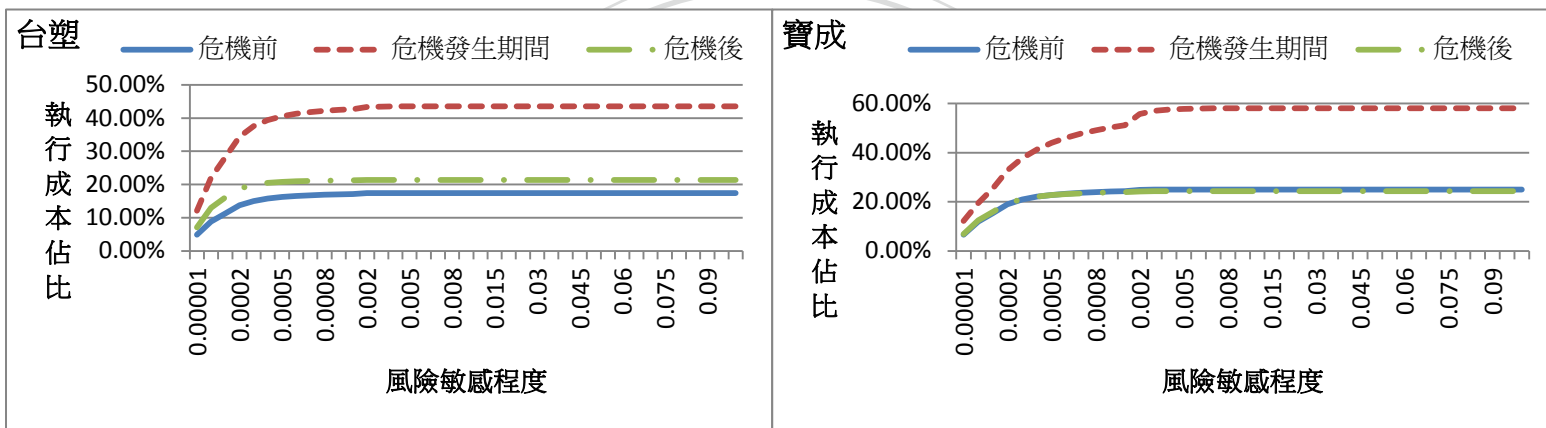


圖 15 台塑與寶成的最佳執行成本佔比

由圖 13 到圖 16 的圖中，各標的樣本於危機發生期間之最佳執行成本佔比遠較危機前、後明顯增加許多，而危機前、後之最佳執行成本佔比則無明顯趨勢。這顯示出，流動性風險確實透過對資產價格衝擊而反映至執行成本上，其中，最佳執行成本對於危機情境下又會呈現較敏感的反應現象。

此外，隨著不同的市場參與者對於風險的敏感程度愈大，其執行成本佔比也愈大，反映出對風險較敏感之市場參與者傾向快速且大額執行持有部位以規避未來之不確定性，因而造成短暫而巨大的市場衝擊力道。

接著，藉由不同研究期間內各標的樣本之執行成本佔比進行分析、比較。

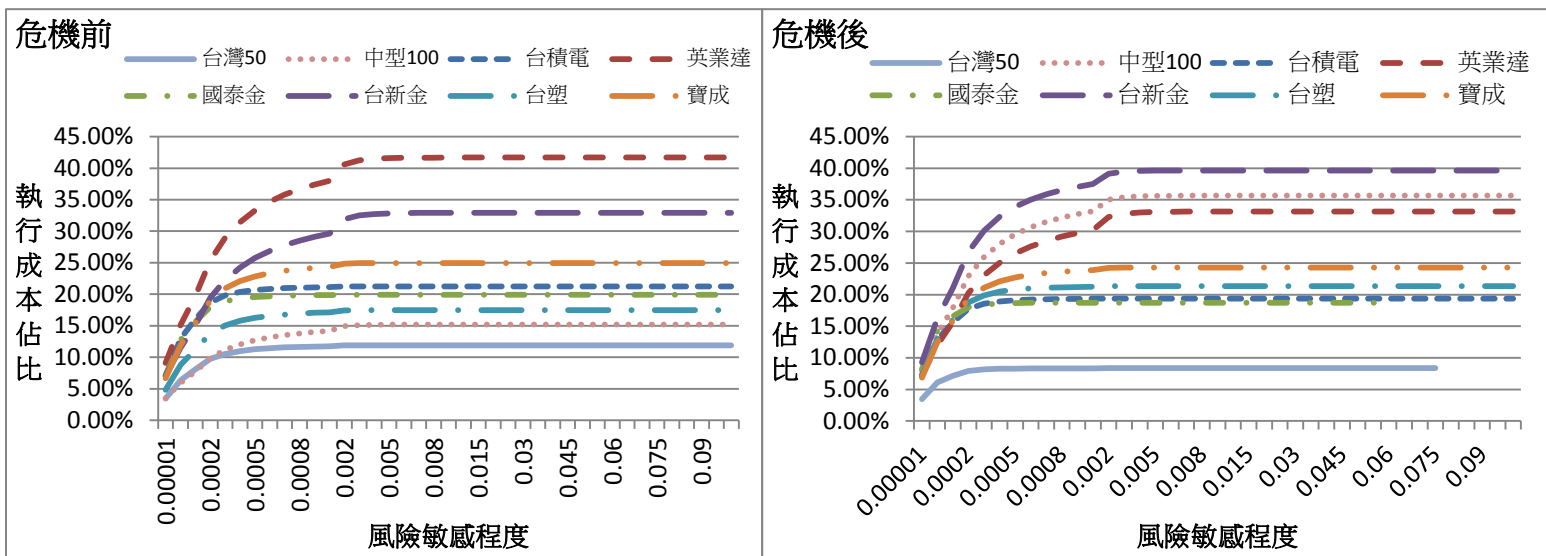


圖 17 危機前與危機後各標的樣本的最佳執行成本佔比

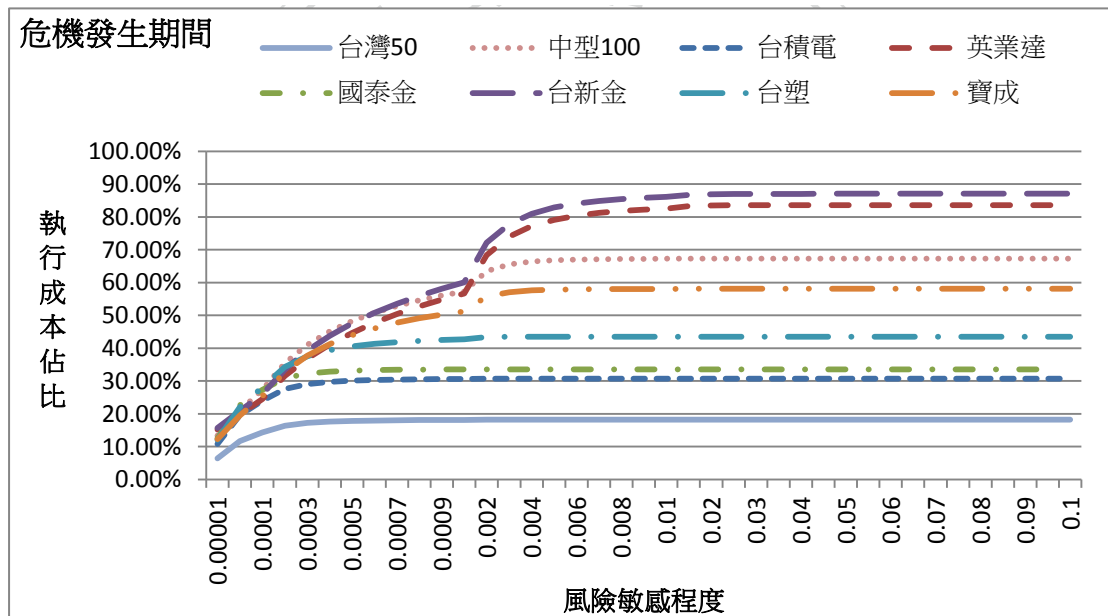


圖 18 危機發生期間各標的樣本的最佳執行成本佔比

由圖 17 和圖 18 中，可以發現危機發生期間之執行成本佔比接近危機前、後的兩倍，說明金融海嘯期間所受的執行成本損失有相當大的比例來自於市場上之流動性問題而導致。

此外，國泰金與台新金兩檔代表金融產業之標的樣本之執行成本佔比分別於大、小型規模的類別下，較其他產業之標的樣本來得高。結合上述的流動性分析，說明最佳執行成本的確有效地將標的樣本所面臨的流動性風險情境反映在最佳執行成本，也反映出持有金融產業部位之市場參與者必須更注意流動性風險。

最後，將執行成本拆解為三項成份，分別是一永久性市場衝擊、固定成本及暫時性市場衝擊。藉由不同的成份結構來進行不同標的樣本之探討。

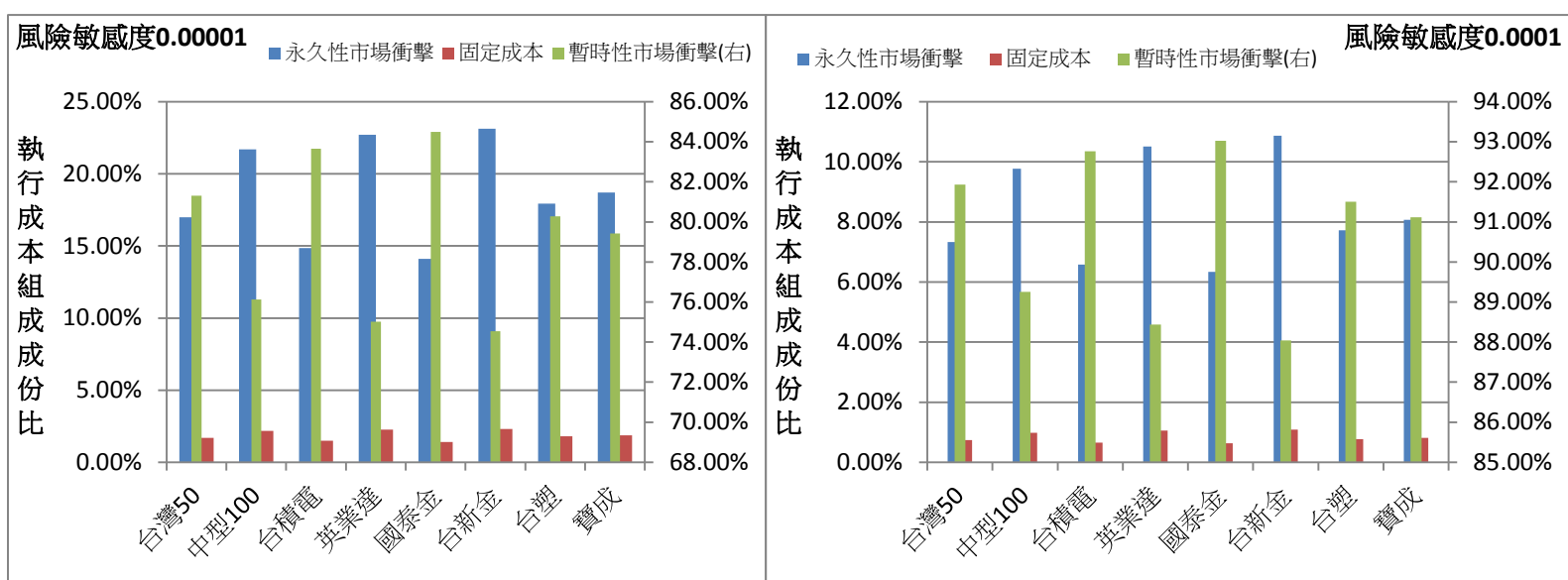


圖 19 不同風險敏感度的執行成本組成成份比

圖 19 左右兩張，分別為具有不同風險敏感度的市場參與者之三項成本拆解，其中，暫時性市場衝擊之成本比標為右方縱軸上。可以明顯地看到，暫時性市場衝擊為執行成本最主要的組成成份。說明在市場上，為了促使交易成立而需要創造出的流動性折價是決定執行成本與損失的最主要成因。

此外，風險敏感度較大者，暫時性市場衝擊佔執行成本比重也較大。顯示出，風險敏感度較大之市場參與者所採取的最佳執行策略會產生較明顯的瞬間衝擊，也就是說，其受到市場上交易折價與干擾較為強烈。

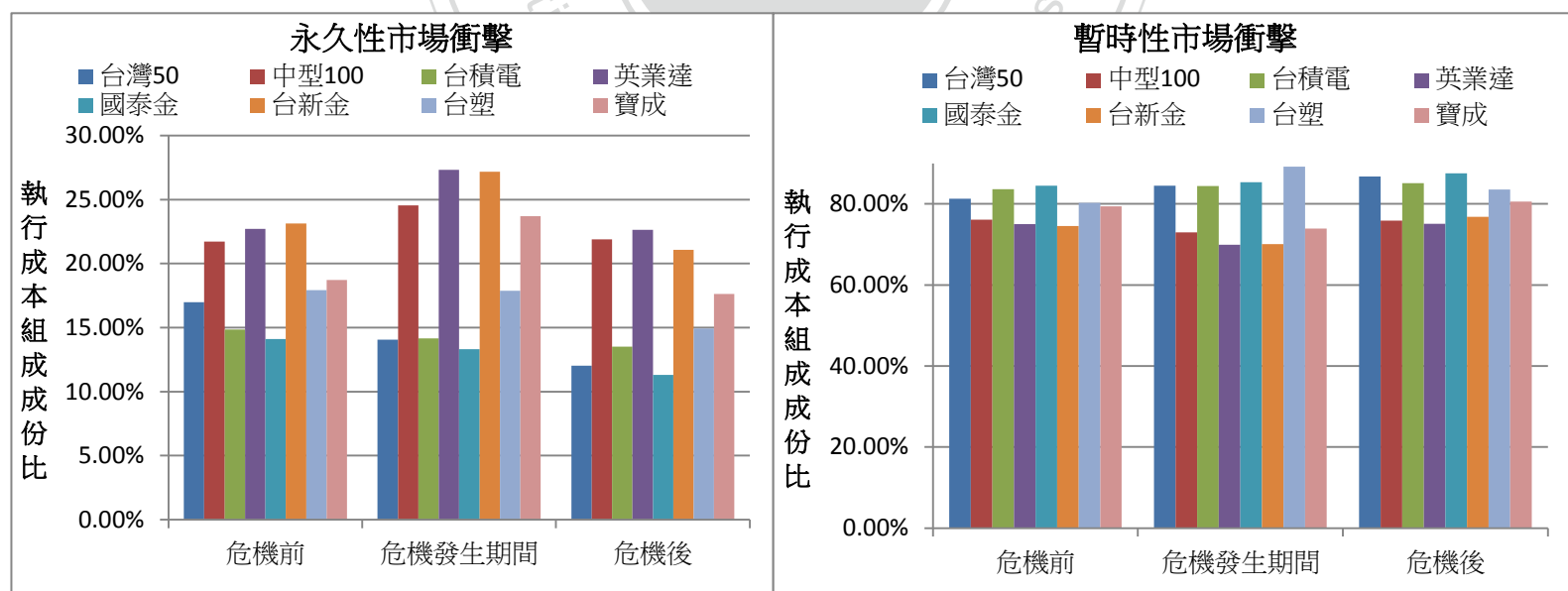


圖 20 市場衝擊於不同研究期間的執行成本組成成份比

在上圖中，可以發現到永久性市場衝擊對於不同研究期間之差異較大，而暫時性市場衝擊則不然。其中，永久性市場衝擊於危機發生期間，規模較小之標的樣本皆呈現佔比增加的趨勢，而規模較大之標的樣本則出現持平或不增反減的現象。這說明，當流動性問題存在市場上的情境下，市場參與者將規模較小的資產發生的鉅額交易或持股變動視為重要的交易參考因素或交易訊號，然而，此鉅額現象對於規模較大資產之持有者，則不具有足夠的意義。

2. 交易前緣

交易前緣，描繪出不同風險敏感程度之市場參與者於特定市場環境下，所可能面對的執行成本期望值及其變異程度。然而，由第三章模型所建構之交易前緣兩軸單位為絕對金額，易受資產規模影響而不利於比較、分析。因此，藉由標準化過程將絕對金額轉換為相對單位以進行比較、分析。

透過標準化過程將執行成本期望值與其變異程度轉換為單位，並利用兩軸間的單位變動來衡量執行交易期望值與變異度的抵換程度。每當 x 軸增加一單位，就是說，每多承擔執行成本變異數一單位，可以降低多少程度的執行成本期望值；反之，當執行成本變異數降低一單位，必須額外承擔多少程度的執行成本期望值。每當 y 軸增加一單位，就是說，每多支付一單位的執行成本期望值，可以降低的執行成本期望值程度；反之，當希望降低執行成本期望值一單位，必須承擔多少程度的執行成本變異數。

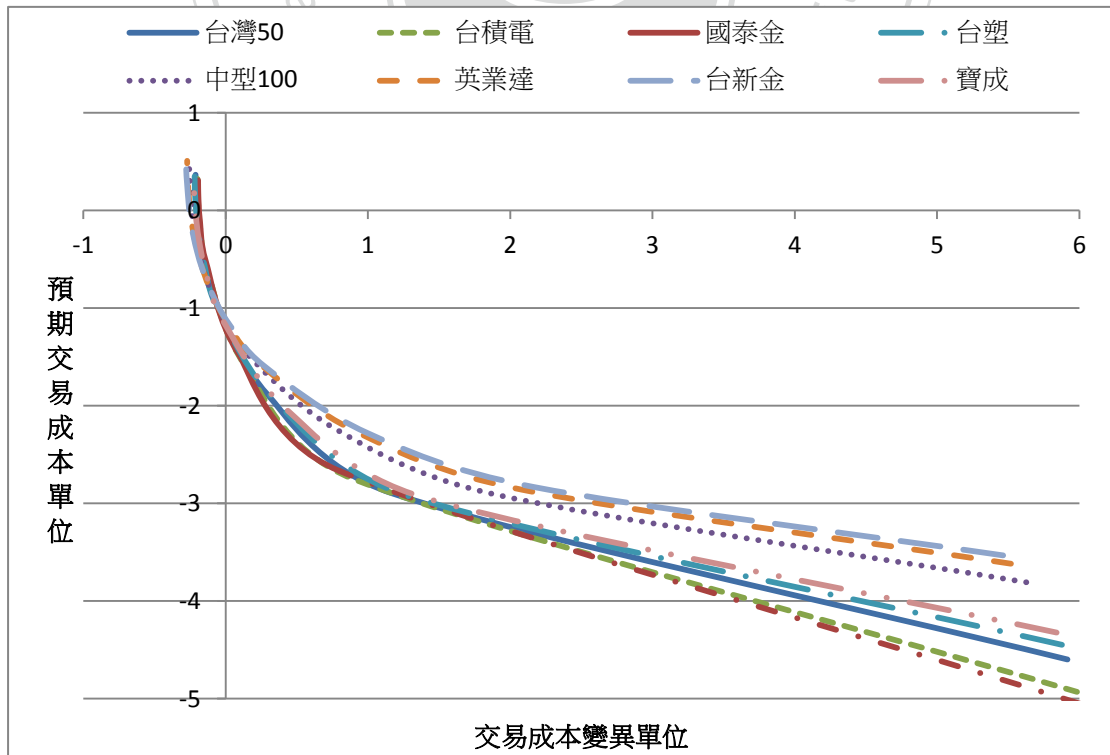


圖 21 樣本期間危機前各標的樣本資產的交易前緣

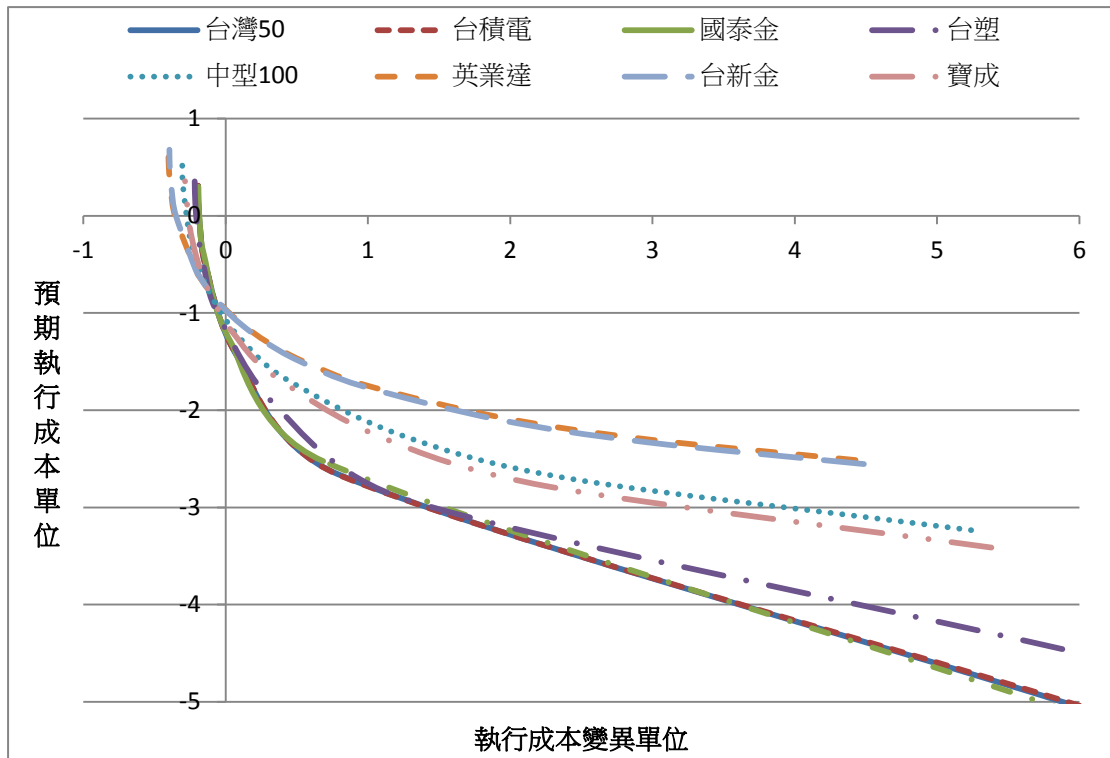


圖 22 樣本期間危機發生期間各標的樣本資產的交易前緣

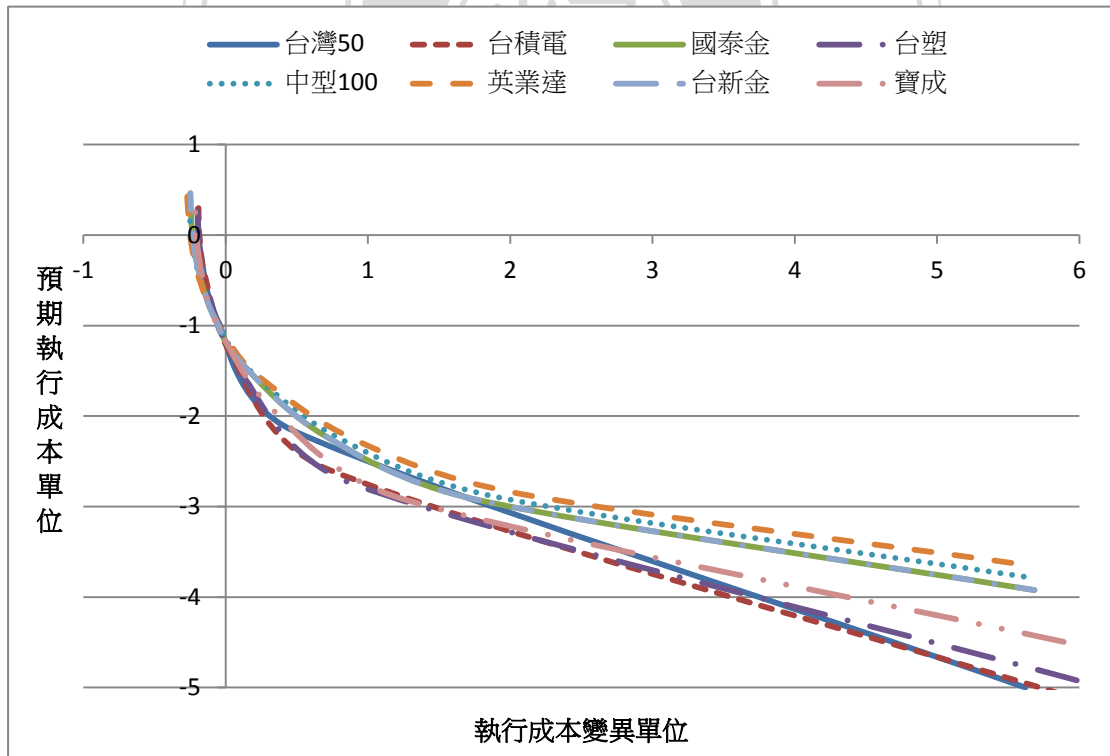


圖 23 樣本期間危機後各標的樣本資產的交易前緣

由圖 21 到圖 23 可以看到，危機發生期間的交易前緣在正向的執行成本變異單位之密集度較危機前、後期間來得鬆散。由於單位化後的交易前緣呈現一單位的變動，對於執行成本期望的變動單位。因此，表示在危機發生期間內，各標的樣本資產之所需支付的執行成本期望值單位擴大，也就是說，不同的標的資產在動盪的市場環境下較能顯現出明顯之性質差異。

觀察交易前緣的排列順序可以發現，不論研究時點，資產規模較小的中型 100、英業達、台新金與寶成之交易前緣皆較規模較大的四檔標的樣本資產偏向 X 軸。也就是說，在執行成本變異單位數相同，規模較小的標的樣本資產之執行成本期望值單位變動較小，即承擔相同的執行成本變動度，規模較小的標的樣本資產所能獲得之執行成本期望值減少不如規模較大的標的樣本資產。此現象又以危機發生期間內最為明顯，該期間內又以英業達、台新金之差異程度最大，中型 100、寶成次之。這說明，當市場環境發生動盪時，市場參與者雖然願意承擔執行成本之波動但未必能換取理想的執行成本期望值的下降。而在市場平穩時，市場參與者承擔執行成本之波動能換取大致接近的執行成本期望值下降，些微差異僅存在標的樣本資產的規模大小。

同時，隨著執行成本變異由負到正，即不願意承擔風險到願意承擔風險過程，執行成本期望值之變動幅度漸增。說明隨著風險承擔的意願增加，市場參與者所需支付之邊際單位成本漸增。

第四節 交易策略之敏感度分析

在第三節的部份已經透過研究樣本期間資料來比較各執行成本間差異、建構交易前緣，將各期間實際面對之情況進行比較。然而，實際情況僅代表單一時間點，而無法表現市場參與者面對市場變動時所採取之行為反應。因此，本節將應用敏感度分析的方法來觀察各項變數變動對於交易策略有何影響，以提供實務決策之參考。

敏感度分析，藉由參數逐項的變動調整以檢驗觀察目標的變動程度，以瞭解動態情境下的變化。本節之中，將透過標的樣本資產之報酬率波動度、買賣價差、持有總數…等參數，來檢驗個別參數變動對於不同的市場參與者之交易策略決策與效率前緣上的兩變數所產生的影響程度、方向…等。

此外，由於本研究目的主要在於金融市場危機發生時，市場參與者會採取怎樣的行為做為最適反應，因此，本節之敏感度分析主要將重點放在危機發生情境下的市場參數變動所導致的最佳執行策略變化。

1. 標準差

資產報酬的波動度對於投資人的重要性不亞於平均報酬率，由於大型規模的資產具有穩定報酬之特性，主要著眼於其長期的收益價值，而小型規模的資產持有者往往看重其報酬大幅波動所帶來的短期收益。因此，願意承擔標準差的程度可視為市場參與者對於投資組合決策的重要取捨要素，而追求較高波動度的同時也會為投資組合帶來較高的執行成本。以下，透過標準差的變動對於市場參與者的交易決策產生什麼樣的影響，並進行相關分析。

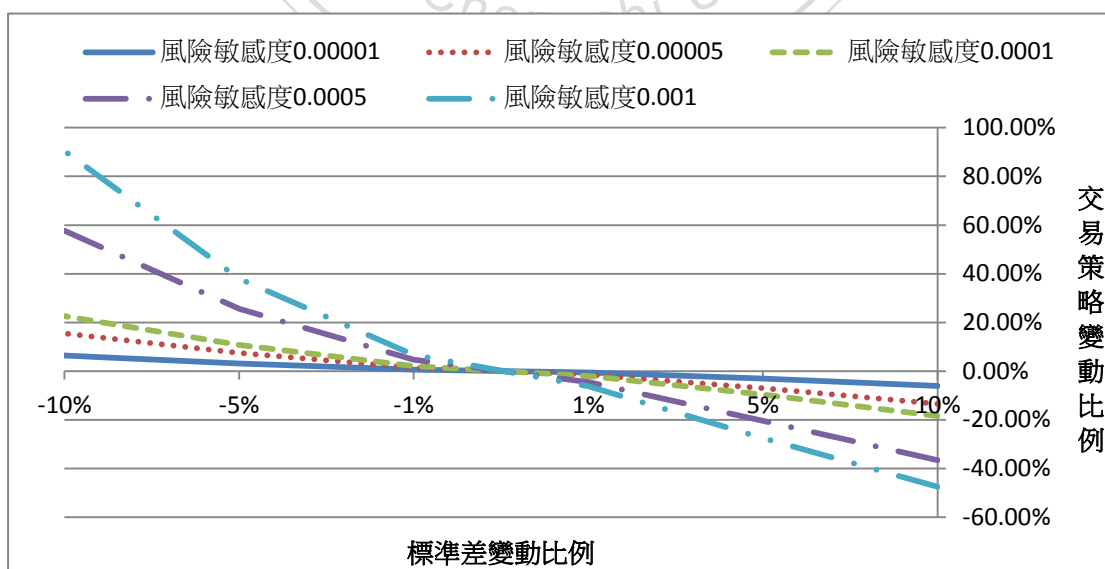


圖 24 台積電於標準差變動之交易策略變動

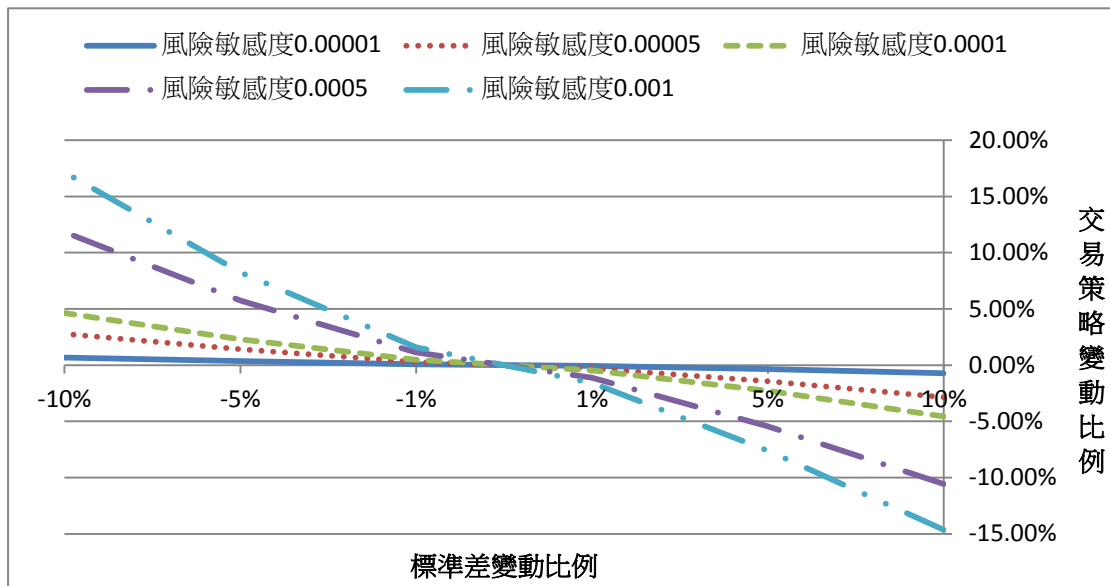


圖 25 英業達於標準差變動之交易策略變動

由圖 24 和圖 25 可以看到，隨著標的樣本資產的標準差變動增加，該筆交易策略之同期剩餘總持有比例隨之降低。也就是說，當資產的波動度增加時，市場參與者增加首期預計執行出售之數量，亦即加速出售標的資產。可能原因在於，觀察的市場參與者性質皆為風險趨勢者，因此，對於資產的波動度較敏感而加快執行交易做為反應。

在標準差變動後，交易策略之同期剩餘總持有比例所受的影響程度，在標的資產方面，以台積電的變動幅度大於英業達者；在風險敏感度方面，以風險係數 0.001 的變動幅度大於其他係數。顯示出，當市場波動度變動時，持有規模較大資產之市場參與者與風險敏感度較大者，會對其總持有股數採取較大的執行動作。此外，標準差變動的方向不同，也對市場參與者的反應幅度產生影響。

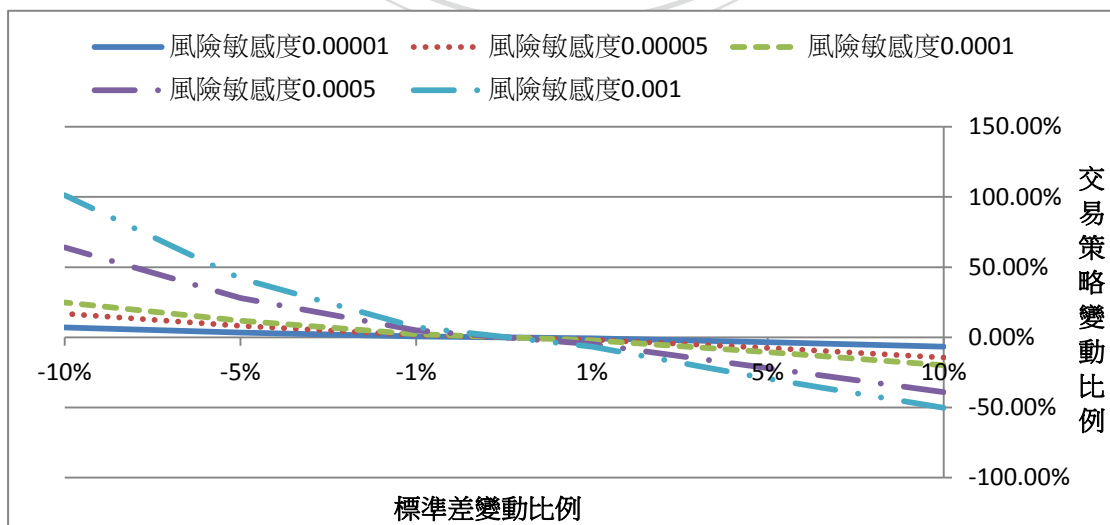


圖 26 國泰金於標準差變動之交易策略變動

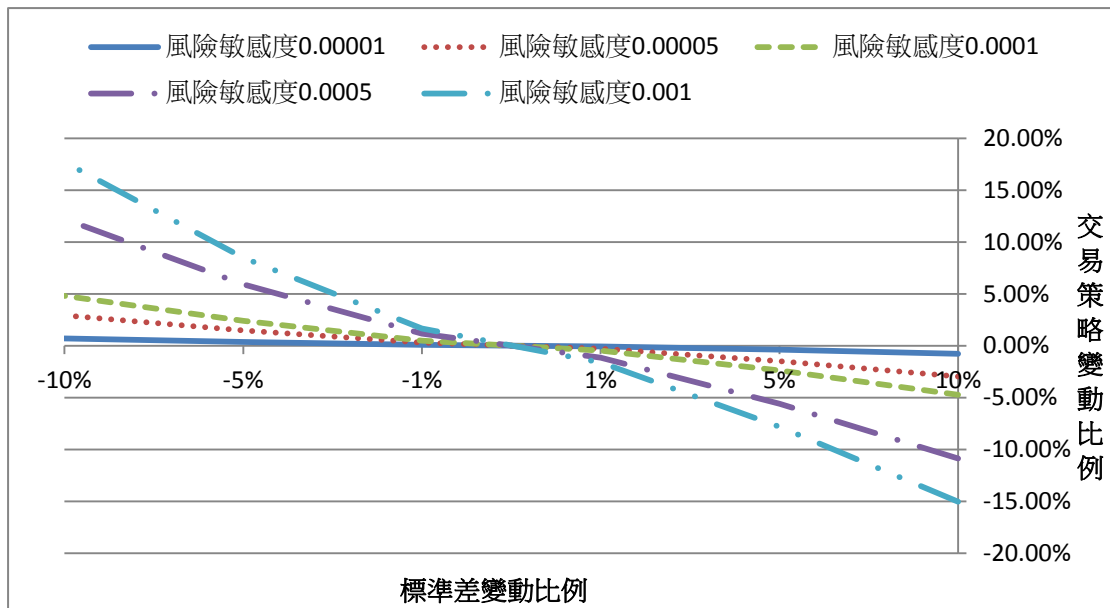


圖 27 台新金於標準差變動之交易策略變動

由圖 26 和圖 27 可以看到，在金融產業之標的樣本資產下，標準差變動與交易策略之同期剩餘總持有比例變動，仍然呈現與電子業一致的趨勢。也就是說，當資產的波動度增加時，市場參與者同樣增加首期預計執行出售之數量，亦即加速出售標的資產。

在標準差變動後，交易策略之同期剩餘總持有比例所受的影響程度，在標的資產方面，以國泰金的變動幅度大於台新金者；在風險敏感度方面，以風險係數 0.001 的變動幅度大於其他係數。顯示出，當市場波動度變動時，持有規模較大資產之市場參與者與風險偏好趨勢者較為敏感，會對其總持有股數採取較大的執行動作。

此外，標準差變動的方向不同也對市場參與者的反應產生程度不等的影響。當標準差正向變動時，其交易策略之同期剩餘總持有減少比例較負向變動時所增加之比例來得少。表示說，當市場情況愈趨平緩時，市場參與者愈願意增加持有部位且其增加的幅度遠比市場情況動盪時所急於拋售之幅度為大。

綜合圖 24 到圖 27 可以整理出，持有規模大型之標的資產對於標準差的變動較敏感，會採取較大幅的交易策略變動來因應。對風險較為敏感的市場參與者對於標準差變動之反應也較明顯，並且隨著標準差變動幅度愈大而採取更保守的持有策略。而在產業方面，兩產業相同規模之標的資產並無明顯差異，若以實際數據相比，以金融業之持有者所採取的持有策略較電子業略高些微。

2. 買賣價差

買賣價差反映市場上對於各資產的交易情況，其隱含執行成本與流動性風險的經濟意涵。藉由對於買賣價差變動的觀察，可以更清楚地瞭解到市場參與者對於執行成本及流動性情境發生變化時，所採取之因應策略。

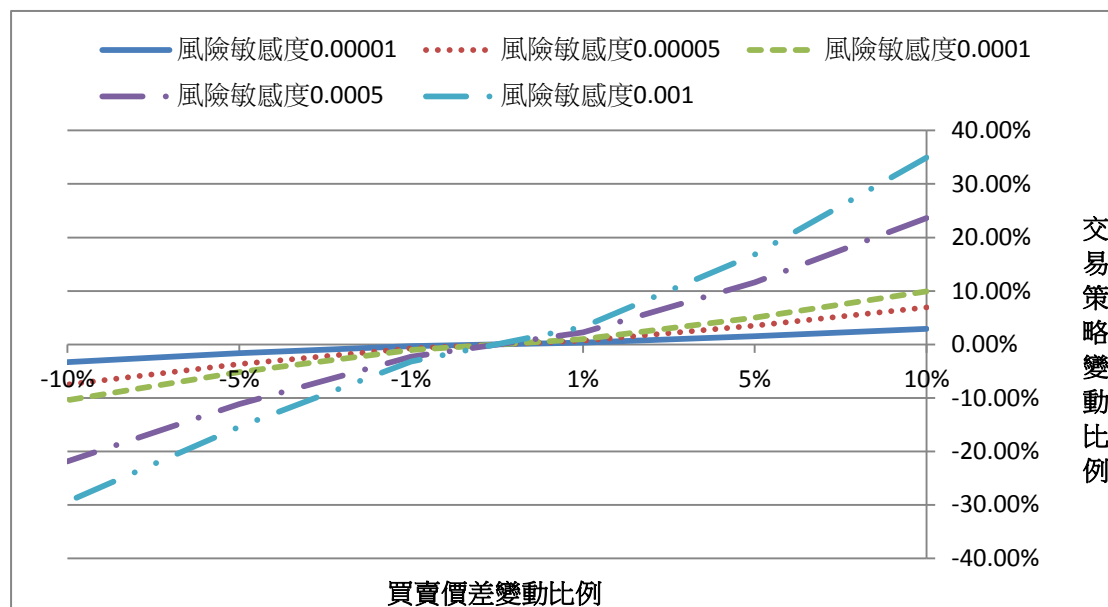


圖 28 台積電於買賣價差變動之交易策略變動

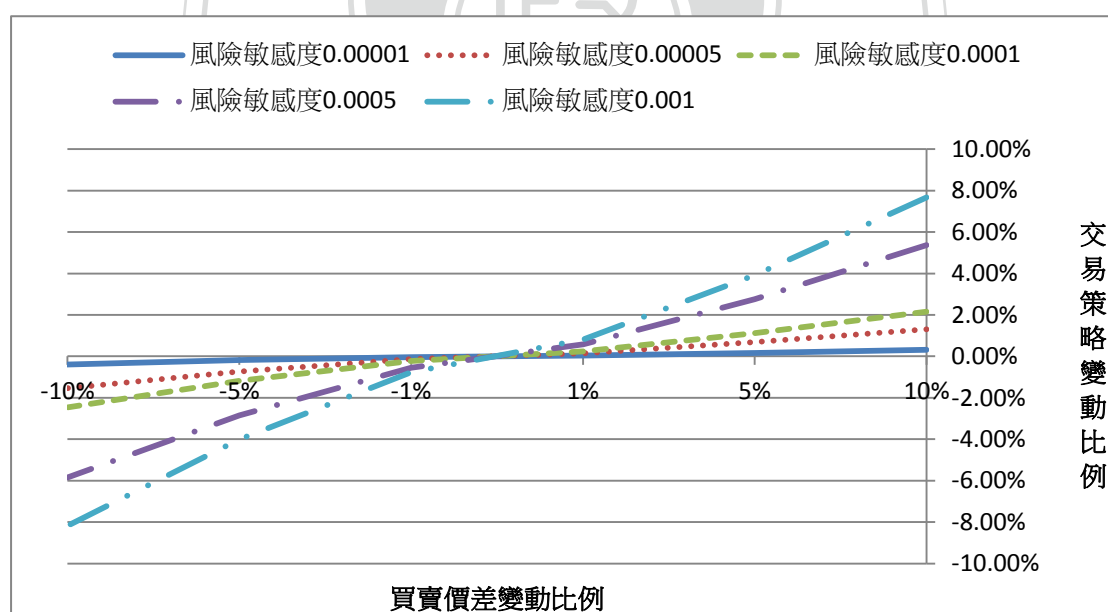


圖 29 英業達於買賣價差變動之交易策略變動

由圖 28 和圖 29 可以看到，隨著標的樣本資產的買賣價差變動增加，該筆交易策略之同期剩餘總持有比例隨之增加。也就是說，當資產的買賣價差擴大時，交易策略所決策出來的首期持有比例會增加，即執行出售的速度減緩。

在買賣價差變動後，交易策略之同期剩餘總持有比例所受的影響程度，在標的資產方面，以台積電的變動幅度大於英業達者；在風險敏感度方面，以風險係數 0.001 的變動幅度大於其他係數。顯示出，當市場買賣價差變動時，持有規模較大資產之市場參與者與風險較為敏感者之反應較明顯，會對其總持有股數採取較大的執行動作。

此外，買賣價差變動的方向不同，也對市場參與者的反應產生程度不等的影響。當買賣價差正向變動時，其交易策略之同期剩餘總持有增加比例較負向變動時所減少之比例來得多，其中，又以台積電較明顯。

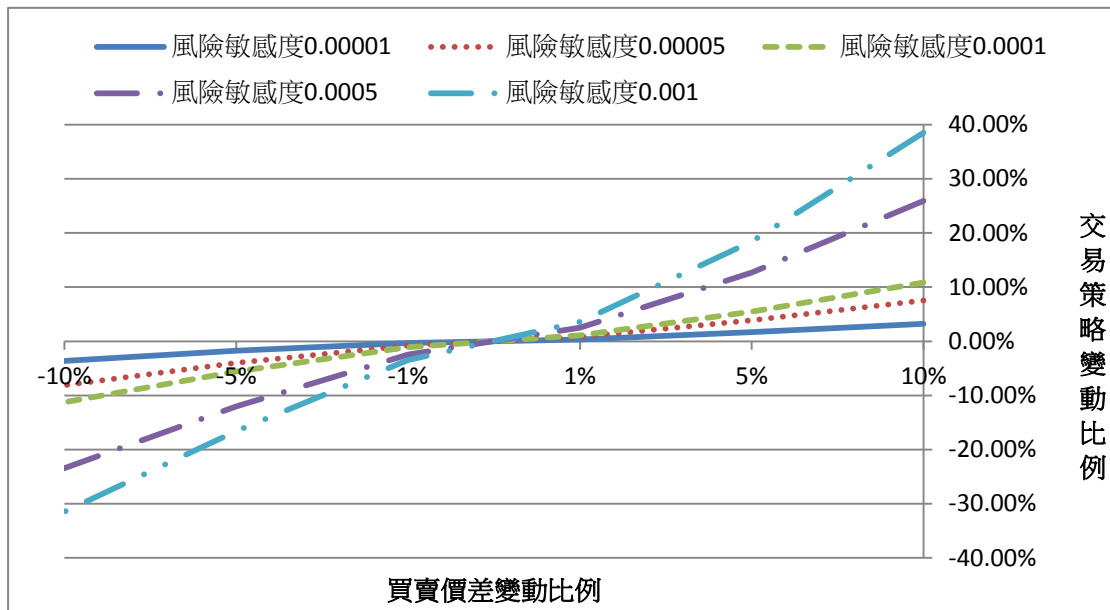


圖 30 國泰金於買賣價差變動之交易策略變動

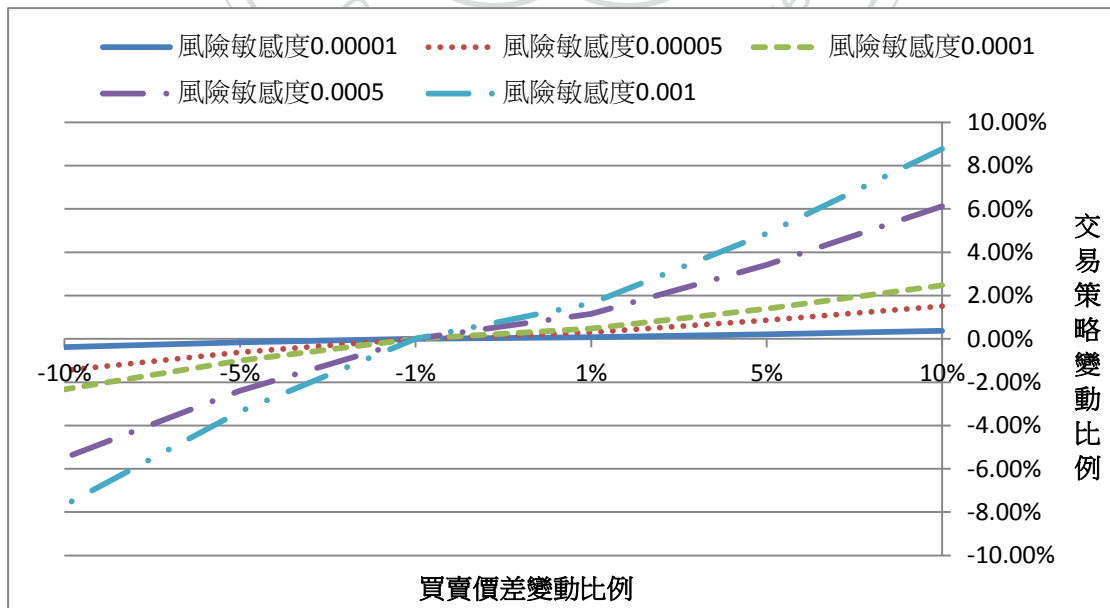


圖 31 台新金於買賣價差變動之交易策略變動

由圖 30 圖 31 可以看到，在金融產業之標的樣本資產下，買賣價差變動與交易策略之同期剩餘總持有比例變動，仍然呈現與電子業一致的趨勢。也就是說，當資產的買賣價差增加時，市場參與者同樣降低首期預計執行出售之比例，亦即減慢出售標的資產。

綜合圖 28 到圖 31 可以整理出，持有規模大型之標的資產對於買賣價差的變動較敏感，會採取較大幅的交易策略變動來因應。對風險較敏感的市場參與者對於買賣價差變動之反應也較明顯，並且隨著買賣價差變動幅度愈大而採取更保守的持有策略。而在產業方面，兩產業相同規模之標的資產並無明顯差異，若以實際數據相比，以金融業之持有者所採取的策略反應較電子業略高一些。

在完成第四章的實證結果與分析後，將於下個章節利用本章成果針對本研究之動機、目的進行回應、整理並做出本研究之結論。



第五章 結論

本研究透過 Almgren and Chriss(2000)所提出的交易執行策略模型，將市場衝擊、手續費…等因子考慮至資產動態過程中而推導出不同特性之市場參與者的交易前緣。同時，針對不同的市場情境、企業規模大小、產業類別…執行交易策略後所引發的執行成本期望值/變異數分析、執行成本組成分析及各項不同的敏感度分析。

在各樣本時點的實證數據分析上，各標的樣本資產於危機發生期間所面臨由買賣價差百分比所衡量之流動性風險明顯地高於危機前後，說明整體台灣證券市場於危機發生期間所面臨的流動性風險皆急遽增加。其中，股本規模大小又與個別資產的流動性風險成反比，顯示規模大小將影響流動性對於買賣價差的衝擊。各標的樣本資產於三段樣本研究期間所面臨由買賣價差波動度並無明顯的趨勢，然而，股本的規模大小與個別資產的買賣價差波動度成正比，顯示規模大小將影響流動性對買賣價差波動度的影響。綜合兩者現象，同時得出股本規模較大之標的樣本資產多數交易日所形成之整體買賣價差較低但出現突然地增加之情況較頻繁，股本規模較小之標的樣本資產多數交易日所形成之整體買賣價差較高但較不易出現突然增加的情況，顯示各標的樣本資產具有個別流動性風險性質。

在執行成本的實證數據部份，危機發生期間各標的樣本之執行成本佔比皆高於危機前、後期間，其中，部份標的樣本之佔比於危機發生期間更擴大至逾兩倍之多。此現象顯示出，危機發生期間所分析得出的流動性風險明顯地藉由市場之衝擊反映至最佳執行成本上。不同的產業、企業規模所承受的最佳執行成本亦有差異，以規模較小及金融產業所受到的最佳執行成本佔比偏高，也反映出市場之參與者持有上述兩大特性部位將可能面臨較大的流動性風險及執行成本。

在將執行成本的實證數據依模型進行拆解後，發現暫時性市場衝擊對於不同的市場參與者之執行成本佔比皆相當高，說明執行成本主要源於交易時點瞬間所造成的供需失衡而必須產生價格之折價，以促成交易之流動性。同時，對於風險較為敏感之市場參與者，其暫時性市場衝擊也較大，反映出市場參與者為了規避未知而大額快速出售部位所導致的市場衝擊損失。此外，永久性市場衝擊於危機發生期間對個別標的樣本產生明顯差異，規模較小之標的樣本所承受永久性市場衝擊明顯較危機前、後增加許多。此現象也反映出，市場上出現的鉅額交易訊號對於小型規模標的之持有人較具有參考意義。

在交易前緣方面，當執行成本變異單位數相同下，規模較小的標的樣本資產之執行成本期望值單位變動較小，即承擔相同的執行成本變動時，規模較小的標的樣本所能獲得之執行成本期望值減少不如規模較大者。此現象以危機發生期間最為明顯，該期間內又以英業達、台新金之差異程度最大，中型 100、寶成次之。這說明，當市場環境發生動盪時，市場參與者雖然願意承擔執行成本變異但未必能換取理想的執行成本期望值下降。而在市場平穩時，市場參與者承擔執行成本之變異能換取大致相近的執行成本期望值下降。同時，隨著執行成本變異由負到正，即不願意承擔風險到願意承擔風險過程，執行成本成本期望值之變動幅度漸增。說明隨著風險承擔的意願增加，市場參與者所需支付之邊際單位成本漸增。

持有規模大型之標的資產對於標準差的變動較敏感，會採取較大幅的交易策略變動來因應。對風險較為敏感的市場參與者對於標準差變動之反應也較明顯，並且隨著標準差變動幅度愈大而採取更保守的持有策略。而在產業方面，各產業相同規模之標的樣本所呈現的變動幅度並無明顯差異。若以精確的實際數據相比，以金融業標的之變動幅度較電子業略高一些。

藉由上述各項實證結果分析，可以觀察到市場流動性的確透過對於資產價格的衝擊而影響最佳執行成本之損失。因此，隨著台灣市場上的鉅額交易現象日益明顯，如何採取適當的交易策略以降低流動性風險所產生的市場衝擊及執行成本損失，成為未來機構投資人值得關注的重點之一。

參考文獻

- (1) Almgren, Robert and Neil Chriss,(2000) "Optimal Execution of Portfolio Transactions," *Journal of Risk*, 3, pp 5-39.
- (2) Almgren, Robert,(2003) "Optimal Execution with Nonlinear Impact Functions and Tradingenhanced Risk", *Applied Mathematical Finance*, 10,pp1-18.
- (3) Beekers, S. E., & Vaughan, G. (2001). Small is beautiful. *Journal of Portfolio Management*, 27(4), pp9-17.
- (4) Bertsimas,D., A.W. Lo,(1998) "Optimal control of execution costs", *Journal of Finance Markets*, 1, pp1-50.
- (5) Chan,L.K.C., J.Lakonishok, (1995) "The Behavior of Stock Prices around Institutional Trades", *Journal of Finance*, 50, pp1147-1174.
- (6) Keim, D., Madhavan, A., (1995a) "The anatomy of the trading process", *Journal of Financial Economics*" 37, pp371-398.
- (7) Keim, D., Madhavan, A., (1995b) "The upstairs market for large-block transactions: analysis and measurement of price effects. *Review of Financial Studies* to appear".
- (8) Keim, D., Madhavan, A., (1995c) "Execution costs and investment performance: an empirical analysis of institutional equity trades, Working paper, School of Business Administration, University of Southern California".
- (9) Indro, D. C., Jiang, C. X., Hu, M. Y., & Lee, W. Y. (1999) "Mutual fund performance: Does fund size matter?", *Financial Analysts Journal*, 55(3), pp74-87.
- (10) Perold, Andre F.,(1988) "The Implementation Shortfall: Paper Versus Reality", *Journal of Portfolio Management* 14. 3, 4.
- (11) Wagner, W., Edwards, M., (1993) "Best execution", *Financial Analyst Journal* 49, pp65-71.
- (12) 闕河士, 方怡, (2011) "基金持股不流動性對共同基金規模與績效關係之影響", *中華管理評論國際學報*, 第 14 卷 2 期