

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

變更最小檔次報價對買賣價差組成成分之影響

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2416-H-032-017-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：淡江大學財務金融學系

計畫主持人：段昌文

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

變更最小檔次報價對買賣價差組成成分之影響

計畫編號： NSC94-2416-H-032-017

執行期間：94年8月1日~95年7月31日

主持人：段昌文 淡江大學財金系

futures market of S&P 500、Dow Jones

一、中文摘要

本研究修正傳統對買賣價差之評估方法，改以等權平均價差做為買賣價差之代理變數，並視價差組成份為選擇權值，以觀察美國證券交易所 (AMEX) 實施小數報價前後兩種 ETFs 商品之買賣價差與價差組成份之變化關係。實證發現，原具有投資組合風顯分散效果之 DIA 與 QQQ 兩種 ETFs 商品，在小數報價後，以等權值估計之價差皆為顯著下跌，顯示小數報價對原具有較小價差之ETFs亦產生降低效果，幅度則以交易量較高之QQQ為大，隱含高的交易量是有促進價差下降的效果；且在交易量上升之同時，小數報價後之委託單處理成本亦是同步下跌。以選擇權評估之存貨持有成本在小數報價後皆為下跌，且以 COLLAR值是較能刻畫存貨持有成本。而逆選擇成本在小數報價制度下是縮小的，且對價差產生之影響亦為降低的。最後，結構模型驗證我們所估計之價差組成份是與價差有顯著正向的關係。

關鍵詞：小數報價、價差、委託單處理成本、存貨持有成本、逆選擇成本、ETFs。

bid-ask spread in the three ETFs are decreasing after the NYSE entry. And we also find out price efficiency in

二、緣由與目的

在報價驅動市場 (quote-driven market) 中，造市者常扮演著維持市場活絡之主要角色，其中專業會員 (specialist) 與自營商 (dealer) 即是活絡市場之主要造市者 (market maker)，他們藉著報價以買入投資者欲賣出的部位與賣出投資者欲買入的部位，以創造市場，交易之買賣價差即是造市者提供流動性服務的一種收益，亦為補償其提供流動性時所發生的內部成本。Demsetz (1968) 認為，買賣價差即指委託單處理成本¹，因為造市者提供穩定的訂單交易以配合投資者下單，價差即是交易時，投資者給付造市者的報酬，視委託單處理成本僅是買賣價差存在的一個理由。Stoll (1978b) 則將造市者的買賣價差產生之成本分為委託單處理成本 (order processing costs)、存貨持有成本 (inventory-holding costs) 及逆選擇成本 (adverse selection costs) 三類。Tinic (1972) 則進一步在買賣價差的成本中考慮了競爭力因素。

由於市場之買賣報價與成交價之變動須為交易所規範之最小升降單位的整數倍數，因而造成價格變動的不連續。若升降單位大於均衡價格的波動幅度，則證券價格的變動幅度將因升降單位而受限。反之，若升降幅度小於均衡價格的變動，理論上，此時升降單位將不致對證券價格造成影響。最小升降單位為揭露造市者創造市場所需承擔之固定成本，在沒有限

¹如手續費

制最小升降單位中，市場流動性之供需將可決定買賣間之價差，因此商品之均衡買賣價差是由市場決定；然而在有最小升降單位的限制下，若最小升降單位大於均衡買賣價差，則此限制將對商品市場之均衡價格產生衝擊，進而導致均衡買賣價差必須調整到至少與升降單位同等之幅度，將造成交易成本上升，市場競爭力會因此而受到阻礙；因此，市場限制商品之最小升降幅度勢將影響交易成本與投資人的投資行為，而影響整個交易市場之競爭能力。

近來全球幾個主要知名交易所陸續採取縮小升降單位(tick size)的措施，如紐約證券交易所 (NYSE)、美國證券交易所 (AMEX) 與納斯達克 (Nasdaq) 股市皆有多次調整最小檔次之措施；Harris (1994) 即發現，AMEX 與 NYSE 在縮小最小升降單位後，買賣價差與報價量皆同時縮小，日交易量則上升，顯示市場交易效率是上升的，因此認為市場交易之最小升降單位是會影響買賣價差的，亦會影響買賣價差組成份。Ahn, Cao, and Choe (1996)、Bollen and Whaley (1998) 與 Bessembinder (2000) 亦有相似之看法。

Bollen, Smith and Whaley (2004) 綜合上述研究結果，考慮到價格不連續係導因於最小升降單位之規範、委託單處理成本、存貨持有成本、逆選擇與競爭等因素，提出了以價差組成份的價差結構模型，並應用選擇權觀點來評估存貨持有成本與逆選擇成本，觀察 Nasdaq 在三種不同檔次情境下股票交易之價差的變化及其組成份，發現交易所每在縮小檔次後，買賣價差與組成份皆有進一步縮小的。

「交易所買賣基金 (Exchange Traded Funds, ETFs)」為以追蹤指數的一種共同基金，但卻以股票的方式在交易所交易，因此又稱為「指數股票型基金」，也因此兼具基金與股票的優

點如下。首先，ETFs 是一多樣化的證券投資組合，能達到風險分散的效果；其次，ETFs 與指數型共同基金一樣採被動式管理，而指數成份股不常變動，故管理成本與交易成本均很低；第三，ETFs 與上市股票一樣在交易所內交易，交易時間內可隨時交易，非常方便，流動性高，且價格可隨時更新。不過，也正因為 ETFs 在交易便利性方面的優勢，使得 ETFs 的交易更為頻繁，故而交易者將會更重視交易產生之成本，尤其是買賣價差。根據文獻顯示，關於買賣價差與組成份的研究皆集中於股票個股市场，對於這些研究模型是否適用於 ETFs 則無具體實證支持，尤其 ETFs 本身代表著分散風險的投資組合，理論上意味著對造市者來說會降低因資訊不對稱而帶來的損失，因此買賣價差應會較一般個股小 (Subrahmanyam, 1991; Gorton and Pennachi, 1993; Hedge and McDermott, 2000)。觀察交易量較大之 ETFs 商品，其交易成本皆比其成份股低，而買賣價差亦代表 ETFs 的一項主要的交易成本，所以研究原本即有分散風險投資效果之商品的買賣價差與其組成份是具有重要的實證意義。有鑑於此，本文延伸前述 Bollen et al. (2004) 所設計之價差結構模型，以等權平均法來計算買賣價差，並以選擇權觀點來衡量價差組成份，藉此觀察 ETFs 之買賣價差與其組成份之相關性以及面對調整升降單位前後買賣價差與其組成份之變化關係。

綜合前述，本研究的貢獻主要有三個層面：首先，由於過去有關驗證檔次調整對買賣價差之影響皆集中於股票個股市场，本文則以分散風險的投資組合，即以 ETFs 為研究對象，觀察檔次調整對 ETFs 買賣價差產生之影響；其次，修正以往傳統買賣價差評估方法，改以權重價差來估計；第三，以選擇權觀點來衡量價差組成份，以探討 AMEX 在以小數報價後，

市場效率性是否有提升。我們的實證方法主要延伸。實證結果我們發現，在原先價差即為比成分股小的ETFs市場中，在 AMEX 採小數報價後，買賣價差與其組成份皆是縮小的，價差縮小幅度以交易量較高之QQQ樣本為大，顯示交易量之提升有進一步促使價差縮小之能力。而以選擇權估計之存貨持有成本與逆選擇成本亦顯示，小數報價制度確實可降低 ETFs 市場之逆選擇成本與存貨持有成本。

本文第一節為前言，第二節為探討價差與價差組成份，研究方法為第三節，第四節為實證結果，結論在第五節。

三、買賣價差與價差組成份

當投資者買入證券，支付賣出價格 (ask price)，隨後立即賣出，獲得買進價格 (bid price)，在造市者報價價差為正值下，投資者將會實現帳面損失，此即是一種交易成本，此成本將等於買賣價差。傳統上，買賣價差的衡量皆採以造市者之報價價差 (quoted spread) 來估計：

$$\text{quoted spread} = \text{ask price} - \text{bid price} \quad (1)$$

此衡量方式為假設投資者並不在報價價差 (quoted spread) 區間內成交，且只有造市者提出報價 (prevailing quote) 以供另一端的投資者進行交易。新進學者在探討證券市場中之買賣價差議題時，多以有效價差 (effective spread) 來觀察。有效價差之衡量方法為假設當交易價格高於買賣中價 (bid/ask midpoint) 時，則視為買單 (buy order)，而若交易價格低於買賣中價，則視為賣單 (sell order)；因此，交易價格與買賣中價之差的絕對值是足以解釋投資者的交易成本，亦或造市者之收益；有效價差 (ES) 衡量方法為：

$$ES = 2 | \text{trade price} - \text{midpoint} | \quad (2)$$

如果所有的交易皆發生於買價與賣價，則有效價差將等於報價價差；假使交易價格發生在價差區間內，則有

效價差會小於報價價差。而有效價差之二分之一乘上交易量，則可視為造市者的交易收益。對投資者的交易成本而言，以有效價差作為衡量方式似乎較報價價差來的佳，但並無法解釋交易的產生來自投資者彼此之間，或投資者與造市者，倘若交易的產生來自投資者彼此之間，有效價差之平均值將為零。

以往文獻在探討影響買賣價差的決定因素上，多在於股票市場的探討，且都以驗證外生變數對價差的變化，來探討價差組成份；Stoll (1978b) 認為，買賣價差是由處理委託單、持有存貨及資訊不對稱等因素所導致的，因此當上述干擾因素上升，對造市者為提供流動性而產生多餘的成本，造市者勢必擴大買賣價差；反之則會縮小價差。Tinic (1972) 另曾指出，市場參與者之競爭力因素亦可能影響造市者之買賣價差。

Stoll (1989) 在驗證 Nasdaq 股票的價差組成份後發現，存貨持有成本約佔報價價差的10%，委託單處理成本約為47%，逆選擇成本則約為43%，而實現價差 (realized spread, 即有效價差) 約為平均報價價差的57%。Huang and Stoll (1994) 使用雙向法 (two-way) 與三向法 (three-way) 的分解方法來估計價差的組成，結果發現，雙向法的分解法顯示委託單處理成本佔買賣價差的 89%，且存貨成本與逆選擇成本佔買賣價差的11%；而在考慮交易群聚的問題後，三向分解法則顯示委託單處理成本約佔62.7%、存貨持有成本約佔28.7%及逆選擇成本約為9.6%。根據上述文獻顯示，委託單處理成本、存貨持有成本與逆選擇成本為價差不可缺席之組成份。以下分別就此三項組成份說明過去文獻所提出的觀點。

3.1 委託單處理成本

委託單處理成本與提供市場之服務有直接的關係，這些成本包括手續

費、稅捐、場地租金、電腦成本、資訊服務成本、勞工成本及造市者時間的機會成本等等。Demsetz (1968) 以交易次數比率 (the time rate of transaction)、股東數與證券上市之交易所數量作為實證因子，發現證券交易愈活絡，等待成本愈低，交易成本下降，買賣價差亦跟著下跌。Benston and Hagerman (1974) 與 McNish and Wood (1992) 亦發現，交易次數頻率愈高，愈會導致經濟規模，交易成本愈而縮小，隱含交易次數與買賣價差間有著負向關係存在。

短期間，委託單處理成本屬於固定，因此，當交易量愈大，造市者單位處理成本是會下跌的，為吸引更多參與者進入市場交易，造市者將會縮小買賣報價價差，以促進交易之流動性。

3.2 存貨持有成本

存貨持有成本為造市者持有部位的成本，為提供投資者即時交易並維持市場的流動性所需之成本；因此，存貨持有成本包含持有存貨的機會成本與價格波動之不確定性。Demsetz (1968) 即發現，當股價上升，買賣價差會同比例擴大，等同於交易成本上升，因此視股價為機會成本的代理變數。在價格波動不確定因素上，Tinic (1972)、Stoll (1978b) 與 Harris (1994) 則都以相似之價格波動性來衡量持有存貨的價格風險。

造市者持有存貨以維持流動性，因而須承擔價格波動風險，所以其報價價差的大小亦是作為持有存貨所需承擔風險的補償。如此，造市者將藉由報價來調整握有之存貨水準，以平衡市場供需。Garman (1976) 即建議造市者應將存貨情形作為其訂價策略準則，以防止市場失靈。Amihud and Mendelson (1980) 以動態模型觀察價差行為指出，造市者將會因存貨水準適時的調整其報價，他們發現最適的買價與賣價是與造市者的存貨水準呈

負相關。換言之，即當存貨水準上升（減少）時，報價價格將會下降（提高），因此造市者是藉由報價來調整存貨水準。

Bollen et al. (2004) 指出，造市者的買賣價差必須包含彌補預期持有成本的溢酬。假使造市者知道持有證券作為存貨的時間且很短暫，因此可以合理推測此存貨之持有期間處於無風險利率的狀態，且預期證券價格並不會有所改變；假若造市者因投資者賣出證券而持有多頭部位作為存貨，則其將遭遇持有存貨的風險。為了降低存貨持有風險，造市者於存貨持有期間可賣出對應之期貨或選擇權以避險，直到投資者投入買單。然而，造市者並不會因投資標的可能帶來的些微報酬，而投入大量的避險成本。特別是在在 ETFs 市場中，由於以指數期貨作為避險所需的成本相當高，在缺乏避險工具下，造市者將面臨存貨持有的價格波動風險，因而需要報酬來加以補償，此種補償即是存貨持有溢酬 (Inventory-Holding Premium, IHP)。

當造市者沒有存貨可供投資者下單以賣出於造市者之買價，則造市者在買入部位前需避免價格低於他的買價，因此為免於損失，他則必須買入一個價平賣權以避險；反之，當造市者沒有存貨提供投資者下單以買入於造市者之賣價，則其為了避免價格上漲高於賣價，則需買進一個價平買權以避險。如此，在造市者避險考量下購入之買/賣權價值即是一種預期造市者持有存貨之成本，此價值之衡量，根據 Bollen et al. (2004) 的說明，Black and Scholes (1973) 與 Merton (1973) 的選擇權評價模式提供了 IHP 相當簡易的估計技巧。

3.3 逆選擇成本

逆選擇成本起因於造市者於提供流動性時，因交易對手對價格波動有較佳的資訊，而導致造市者蒙受損失。例如在個股進行交易時，投資者

若擁有內線消息²因此獲利，造市者則遭受損失，此即為逆選擇成本，主要導因於資訊不對稱所產生之成本。

Bagehot (1971)、Copeland and Galai (1983)與 Glosten and Milgrom (1985)指出，交易市場中存在有訊息交易者 (informed trader) 與非訊息交易者 (non-informed trader)，其中訊息交易者充分知道股票之真實價值，並可正確地判斷股票之漲跌，因此對於擁有充分資訊的訊息交易者而言，他們將會利用所擁有之私有資訊或公有資訊來進行交易。因此，造市者在面對訊息交易者時預期將產生損失，故他們將藉由擴大大本身之報價價差，從缺乏資訊的交易者中獲取利潤，以彌補其與擁有充分訊息之交易者交易而產生損失。如此，若訊息交易者與非訊息交易者間的資訊不對稱愈嚴重，將會促使買賣價差擴大。Glosten and Milgrom (1985) 亦指出，逆選擇為形成買賣價差大小之因素之一，因此內線資訊與價差間將有正向相關，而訊息交易者與流動性交易者人數亦與價差有極大之相關性。

然而，逆選擇成本卻是難以估計與量化的。Branch and Freed (1977) 則運用自營商造市的有價證券數目作為代理變數已觀察逆選擇問題，亦即當券商管理的證券數目愈多，則自營商握有之資訊愈少，逆選擇成本預期將愈高；Stoll (1978a) 則以週轉率³衡量，發現愈高的週轉率，逆選擇成本愈高；Glosten and Harris (1988) 則以會員的集中度為衡量指標，實證發現集中度愈高，逆選擇發生的機率亦愈高；而Harris (1994) 則以流通在外股數的市值作為觀察指標，發現公司愈大且愈知名者，逆選擇發生的機率則愈低；Easley, Kiefer, O'Hara, and Paperman (1996) 在驗證 90 檔 NYSE 股

票時發現，成交量愈高的樣本組，以訊息為交易基礎之機率則會愈低，顯示逆選擇成本也愈低。

Copeland and Galai (1983) 指出，自營商買賣價差的成本可被視為是「自由」交易之跨式選擇權 (“free” straddle option)。他們以模型推導說明造市者之交易損失是來自於訊息交易者，而獲利則來自於流動性交易者。流動性交易者為流動性需求進場交易，以立即成交為思考出發；而訊息交易者因握有內部訊息進場交易，以獲利為交易考量；當真實價格(S)介於買賣價之間，流動性交易者將會成交，因此造市者之獲利為賣價減真實價與真實價減買價(bid price)；當真實價格介於買賣價之外，握有內線之訊息交易者將會成交，因此造市者之損失為真實價減賣價與買價減真實價，為造市者面臨訊息交易者所發生之損失成本，即是一種逆選擇成本；而造市者之報償(payoff)即可視為不同履約價之買賣權的加總，Copeland and Galai (1983) 將此加總稱為自由跨式選擇權，亦即造市者報出一個以賣價為履約價之買權，與一個以買價為履約價之賣權，到期日則為其持有存貨沖銷之交易時間，為一種價外之買權與價外賣權之加總。

四、資料與研究方法

本文主要延伸 Bollen et al. (2004) 的買賣價差模型，探討 AMEX 於 2001 年 1 月 29 日將最小升降單位由 1/16 美元調為小數點報價前後，具風險分散之 ETFs 買賣價差與組成份的變化關係。為觀察造市者報價行為，我們利用高頻率之日內 (intraday) 資料，資料來源為美國 NYSE 之 TAQ (Trade and Quote) 資料庫。由於我們以選擇權來估計價差組成份，因此在 ETF 樣本選取上，我們以選取在選擇權市場中同時發行有選擇權商品的 Diamond (DIA) 與 Cube (QQQ) 兩種 ETFs 樣本為研究標的。

²如公司獲利消息、公司重整或管理階層變動等

³ 交易額除以市場資本額

為避免美國 911 事件對研究期間產生干擾，AMEX 小數報價後的研究期間為 2001 年 1 月 29 日調整小數點報價日至 2001 年 9 月 10 日，共 156 個交易日。因此，小數點報價前之研究期間亦取對稱之 156 個交易日，為 2000 年 6 月 15 日至 2001 年 1 月 28 日。

4.1 波動性的估計

根據 Garman and Klass (1980)，波動性的估計若僅考慮收盤價的資訊，將可能忽略其他可提高估計效率的有效資訊。因此，他們在估計波動性時，將當日最高價、最低價、開盤價和收盤價都納入估計之考量，期建立更有效率的估計式，估計式如下：

$$\hat{\sigma}_t^2 = 0.51(H_t - L_t)^2 - 0.019[OC_t(H_t + L_t) - 2H_tL_t] - 0.383OC_t^2 \quad (3)$$

其中 H 、 L 與 OC 分別為價格取對數後之當日的最高價、最低價與開盤價減收盤價。由於上述計算過於繁雜，Garman and Klass (1980) 將交叉相乘項去除後，亦可獲得相同效率之估計式，估計如下：

$$\hat{\sigma}_t^2 = \frac{1}{2}(H_t - L_t)^2 - (2\ln 2 - 1)OC_t^2 \quad (4)$$

本文對波動性之估計即採上式。

4.2 價差

過去研究者在衡量買賣價差時，多採用報價價差與有效價差兩種方式來估計。根據 Harris (1994) 對 AMEX 與 NYSE 所作的研究結果顯示，以每筆買賣價差之平均值來衡量的話，實證結果是可避免受極端值影響。因此，為免於受日內資料之極端值干擾，我們所估計之價差除了採用下午四點前最後一筆報價價差 (EWQS-LastQS) 外，另亦採交易日中之等權平均報價價差 (equal-weighted average of the quoted spread, EWQS) 與等權平均有效價差 (equal-weighted average of the effective spread, EWES) 來作為價差之代理變數。

以每日每筆買賣價差之平均值為基準之等權平均報價價差估計式為：

$$EWQS_t = \sum_i qs_{t,i} \times \frac{q_{t,i}}{Q_t} \quad (5)$$

其中 qs 為報價價差 q 與 Q 分別為當日每筆交易量與當日總交易量，下標 i 為日內交易筆數。對有效價差之衡量，我們亦以日內資訊之每筆交易量來估計等權重之平均有效價差 (equal-weighted average of the effective spread, EWES)，估計式如下：

$$EWES_t = \sum_i ES_{t,i} \times \frac{q_{t,i}}{Q_t} \quad (6)$$

其中 ES 為有效價差。

4.3 價差組成份

1) 委託單處理成本

委託單處理成本與提供造市者之服務有直接關係，Copeland and Stoll (1990) 指出，委託單處理成本為交易時辦事員的處理成本、自營商之時間成本與交易所需之設備成本等。由此，處理成本為一固定成本，因而單位委託單處理成本將會隨交易量增加而降低。因此，當交易量愈大，交易愈活絡，等待成交之機會成本降低，買賣價差進一步調降，委託單處理成本因此下跌。如此，交易量的高低將是可觀察到委託單處理成本之大小，因此我們以交易量之倒數以作為委託單處理成本的代理變數；當交易量上升，交易量之倒數下降，因此委託單處理成本所小；反之，亦同。

2) 存貨持有溢酬

今假設造市者需購買買權以避險，根據 Bollen et al. (2004) 之說明，預期之存貨持有溢酬是可透過 Black and Scholes (1973) 與 Merton (1973) 之選擇權公式來估計的。而當選擇權處於價平選擇權時，以選擇權公式評估之存貨持有溢酬則可簡化為：

$$E(IHP_t) = S_t \left[2N(0.5\sigma_t E_t(\sqrt{\tau})) - 1 \right] \quad (7)$$

其中 S 、 σ 與 τ 分別為造市者持有部位時之有價證券的價格、報酬標準差與沖銷交易時間， $N(\cdot)$ 為標準常態分配之累積機率值，其中 $E(\sqrt{\tau})$ 為在沖銷交

易之時間平方根的期望值。有價證券的價格我們將採以當日ETFs之日內每筆成交價取平均值，而當日兩筆間平均交易時間平方根值則視為沖銷交易時間之平方根期望值

Bollen et al. (2004) 指出，如果造市者沒有存貨提供投資者以賣價買入，則預期存貨持有溢酬為價平之買權值。因此，造市者不僅可於證券價格未預期的上升時受到保護，而且當證券價格下跌時亦將因此享有獲利。然而以價平選擇權來估計預期存貨持有溢酬是建立在未來價格的移動方向為造市者所偏好的，因此存貨持有溢酬之估計值會有高估。在一完全競爭市場中，一些隱藏有價值的選擇權將是會被投機者提早出價買走的，即如同造市者於買賣價差間賣出一個價外之賣權，造市者欲透過持有有價值的存貨而於未來獲取收益的可能將會所小。因此，此時之存貨持有溢酬將會是一個買入價平買權與一個賣出價外賣權值的總價值，即為COLLAR值。在一個競爭且無摩擦的市場中，買賣價相等，買賣權之執行價則亦相等，則存貨持有成本應為零。然而真實交易市場是不可能為完全且無摩擦，因此在價差不為零值下，只要不影響避險之成本，買賣權之履約價應是不會相等的。

我們除了以價平買權衡量持有成本外，我們亦以COLLAR值來觀察。由於COLLAR值為價平買權值減去價外賣權值，為了觀察價外程度對衡量IHP的影響，我們分別假設價外賣權之履約價距離證券價格為0.05%、0.1%、0.5%、1%及1.5%等五種比率，來探討各種價外程度之賣權所估計之存貨持有溢酬對價差產生之影響。

3) 逆選擇成本

參考 Copeland and Galai (1983) 視買賣價差為一種跨式選擇權 (straddle option)，即以買權的履約價為賣價 (ask price)，而賣權的履約價為買

價 (bid price)，成交價將是介於買賣價間，為一種價外選擇權，Bollen et al. (2004) 亦有相似之處理方式來估計逆選擇成本。

為了觀察不同成交價對造市者所產生之逆選擇成本程度，我們分別以四分位數中之第一分位數(Q₁)、第二分位數⁴ (Q₂) 與第三分位數 (Q₃) 來模擬成交價格；因此，若市場屬買方市場，則成交價應接近賣價的第三分位數；反之，若市場屬賣方市場，成交價格則為接近買價的第一分位數。

4.4 結構模型

由於價差組成份為價差分解，因此，我們進一步將觀察個別之價差組成份對價差所產生之影響。在結構模型中，我們將價差組成份視為獨立變數，執行下述迴歸模型：

$$SPRD_i = \alpha_0 + \alpha_1 InvTV_i + \alpha_2 IHP_i + \varepsilon_i \quad (8)$$

其中 SPRD、InvTV 與 IHP 分別為價差之代理變數、衡量委託單處理成本之交易量倒數與存貨持有溢酬。

觀察模型中之獨立變數InvTV，由於造市者之委託單處理成本為一固定值，在以InvTV為委託單處理成本之代理變數下，當InvTV愈小，表示造市者在處理委託單時之成本將愈小，報價價差預期將會調降，係數值 α_1 預期應為正值。根據過去文獻實證顯示，在高交易量時，單位委託單處理成本將趨近於零，價差與InvTV之關係將無法透過結構模型之係數觀察而得。

變數IHP則為造市者預期之存貨持有溢酬，當存有高的存貨持有成本時，造市者將會擴大其買賣報價，因此預期兩者呈正向關係，係數值 α_2 為正值，而係數值愈高，當存貨持有成本變動時對買賣價差產生之影響則愈大。首先，我們以價平選擇權來估計預期存貨持有溢酬，其次，在考量造市者將具有增值淺力之商品賣出之極小化存貨持有溢酬下，我們進一步以

⁴ 即為買賣中價。

COLLAR選擇權值來估計造市者之預期存貨持有溢酬，並比較調整小數報價前後結構模型之變化關係。

五、實證結果

表 1⁵與表 2 分別為 AMEX 於 2001 年 1 月 29 日將最小升降單位由分數報價之 1/16 美元調整為小數點報價前後，DIA 與 QQQ 之基本統計表。觀察表中顯示，DIA 與 QQQ 事前之平均交易價格分別為 \$107.183 及 \$82.3589，事後則為 \$105.037 與 \$45.0484，均為下跌的；交易量於小數點報價後皆為上升，DIA 交易量從 1,092,397 上升至 2,275,647，上升 108.32%，QQQ 則從 23,589,227 上升至 31,746,576，上升 34.58%。Easley et al. (1996) 指出，高的交易量，價差會有較小之表現，比較 DIA 與 QQQ 之價差，我們發現交易量較高的 QQQ，所有價差之代理變數皆小於 DIA，顯示高的交易量，是可降低委託單處理成本與逆選擇發生之機率，因而造市者之報價價差會縮小。觀察小數點報價後之報酬波動率，DIA 與 QQQ 之年報酬波動率(σ)⁶皆為上升，顯示在交易量的提升下，ETFs 的價格風險上升；而沖銷交易時間之平方根均值(\sqrt{t})⁷，DIA 於小數報價前為 0.87 分鐘，小數報價後則降為 0.69 分鐘，QQQ 則從 0.34 分鐘降為 0.31 分鐘，顯示小數報價制度使造市者握有存貨之沖銷交易時間是縮短的。

與過去文獻估計股票價差比較，具風險分散效果之 ETFs，報價價差是比股票之報價價差是小的。其次，觀察價差變化程度發現，除了 DIA 的

EWQS-LastQS，事後之價差代理變數 EWQS-LastQS、EWQS 及 EWES 皆小於事前的估計值，且兩者差為統計顯著，結果與 Harris (1994)、Ahn et al. (1996)、Bollen and Whaley (1998) 及 Bessembinder (2000) 等實證結果是一致的，顯示原本價差即小且具風險風散效果之 ETFs 商品，小數點報價對造市者之報價價差是有調降效果的。從降低百分比觀察，以高交易量的 QQQ 降幅為大。

可觀察的是，DIA 與 QQQ 不論在事前與事後，有效價差平均值皆小於報價價差平均值，顯示 DIA 與 QQQ 兩者的成交價格大多介於買價與賣價之間。再者，各種價差之估計值不論在事前與事後皆高於中位數，顯示價差分佈情況為左偏，隱含價差有偏高情況。

觀察價差組成份，DIA 與 QQQ 之 Inv TV 於小數點報價後皆因交易量的提升而顯著下降，顯示在小數點報價制度下，平均每單位委託單處理成本是較低的；DIA 與 QQQ 之平均預期存貨持有溢酬 (IHP) 亦為下降的，且兩者之平均數差亦為負的統計顯著，其中 DIA 之從事前的 0.016 降為事後的 0.013，QQQ 從 0.014 降至 0.009，顯示小數報價制度之實施，對造市者持有 ETFs 之存貨成本是有縮小效果。

5.1 以價平選擇權衡量存貨持有溢酬

表 3 為 DIA 與 QQQ 價差組成份對價差所執行之結構模型驗證，表中我們將買賣價差分為 EWQS-LastQS、EWQS 及 EWES 三種價差模式進行觀察，並區隔為事前(pre)與事後(post)樣本做比較。觀察 DIA 交易量倒數之迴歸係數 α_1 ，在所有價差代理變數驗證下，係數值皆為理論之正的統計顯著，且事前皆小於事後，顯示 DIA 在小數報價後，委託單處理成本對價差影響程度是提升的。而 QQQ 則有不同的表現，即事前係數值為正值，事後則為負值。Bollen et al. (2004) 指出，在高度

⁵ 若需參考表格，請與作者聯繫取得

⁶ 日報酬波動率我們皆以 $\sqrt{252}$ 轉為年報酬波動率。

⁷ 由於波動率為以年為基礎估計，因此日內兩筆交易間之時間亦須轉換以年為基礎來衡量。因此，兩筆交易間之單位為分鐘數，將除以 390 (一天交易總分鐘數)，再除以 252 (一年總交易天數)。

競爭市場中，買賣價差將等於造市者提供流動性的邊際成本，而若交易量處於高水準階段，交易量的上升將無助於降低買賣價差，QQQ交易量原本即處於高水準，雖然在小數報價後平均每日交易量只上升 34.58%，然而QQQ日交易量在事後為DIA之 14 倍之高，顯示QQQ交易量處於高水準階段，其交易量之提升將是無助於降低買賣價差。

在存貨持有溢酬迴歸係數之驗證上我們發現，除了不顯著之係數外，事前與事後係數值 α_2 皆為正的統計顯著，顯示存貨持有溢酬與價差存有正向關係，亦即存貨持有溢酬愈高，價差會愈大，與理論符號是一致的。比較小數報價前後，DIA之存貨持有溢酬係數值，在以等權平均報價價差為代理變數之驗證結果顯示，事後皆有上升情況，且為統計顯著，顯示增加一單位的存貨持有溢酬，小數報價後之價差增量幅度是增加的。在以等權重平均有效價差為價差代理變數驗證上， α_2 在小數報價後則為降低。

最後，我們觀察結構模型之截距項，DIA 在小數點報價後都是縮小的，且皆小於最小之一分(penny) 報價單位。然而除不顯著之係數外，其餘顯著之係數亦都接近零值。

由於許多交易的發生都介於前次報價成交，以有效價差來衡量造市者之收益率是有較為精確的表現，Bollen et al. (2004) 亦有相同之看法。因此，在下述所驗證之迴歸模型中，我們皆採等權重平均有效價差為價差之代理變數⁸。

表 4 模型 I 為為驗證單一存貨持有溢酬對價差之簡單迴歸之結果，表中顯示之係數值是與表 3 是一致的；模型 II 則主要為驗證影響存貨持有溢酬之變因與存貨持有溢酬之線性關

係，根據 Bollen et al. (2004) 的推導，IHP 會對價差產生影響，而 IHP 則由交易價格、價格報酬波動性與沖銷交易時間所決定，觀察模型 II 皆有相當高的 R-square 值，且係數亦皆為統計顯著，顯示變數間存在良好之線性關係，隱含我們以價平選擇權所估計之 IHP 是妥當的。

5.2 以 COLLAR 衡量存貨持有溢酬

試想，當造市者沒有存貨以提供投資者下買單以買入於造市者之賣價，預期存貨持有溢酬為一買權值，然而以價平買權評估 IHP 似有高估情況，因為有價值的買權是會被提早買走，即如同造市者賣出一個價外的賣權，因此 IHP 將為一個 COLLAR 值，即價平買權減去價外賣權。為了觀察價外程度之賣權所估計之 COLLAR 值對 IHP 的解釋能力，我們分別模擬履約價距現貨價格 0.05%、0.1%、0.5%、1%及 1.5%等五種價外程度，以執行價差之結構模型。

表 5 與表 6 分別為 DIA 與 QQQ 以 COLLAR 值視為 IHP 之代理變數所執行之價差結構模型結果。我們發現，當賣權之價外程度愈大，係數值 α_2 則愈小，模型配適度也愈差，因此 R^2 值也愈小； α_2 在事前 DIA 與 QQQ 兩樣本皆為統計顯著，然而事後雖為不顯著，然而值皆是為下降的。比較以價平 Call 值與 COLLAR 值估計 IHP 之平均估計值與結構模型之係數，我們發現以 COLLOR 評估 IHP 之平均估計值是較低的，迴歸執行結果之係數值 α_2 亦是較高且顯著，顯示以 COLLAR 值來估計 IHP 對價差之影響效果較為明確。

5.3 以 STRADDLE 評估之逆選擇成本

Copeland and Galai (1983) 將買賣價差組成成份中的逆選擇成本視為 STRADDLE，因此在估計時，為了觀察買方市場亦或賣方市場對逆選擇成本產生之影響，我們分別以第一分位數 (Q_1)、中位數 (Q_2) 與第三分位數

⁸ 其餘代理變數，例如 EWQS-LastQS 與 EWQS，本文亦有驗證，結果皆相似於 EWES。

(Q₃) 三種情境來模擬現貨價，其中中位數即為買賣中價，買權履約價為賣價 (ask price)，賣權的履約價則為買價 (bid price)；表 7 則為 DIA 與 QQQ 之 STRADDLE 值與 EWES 執行迴歸模型之結果。

表中顯示，以中價模擬為現貨價之兩樣本組中，係數值 α_2 於事前皆為正的統計顯著，事後雖然為統計不顯著，然而我們亦可觀察到其係數值是有明顯降低的，隱含逆選擇成本於小數報價後對價差產生之影響是有明顯改善的。而以 Q₁ 與 Q₃ 為現貨價估計之 STRADDLE 與價差之迴歸執行結果顯示，係數值符號是有不一致情況，R² 亦為偏低，表現市場偏屬買方或賣方時，對逆選擇之估計是不利的。

比較 STRADDLE 與 COLLAR 之係數值，不論是 DIA 或 QQQ，COLLAR 之係數值皆是高於 STRADDLE 係數值，此結果亦不意外，由於 STRADDLE 只表達為訊息交易者之逆選擇成本，而以 COLLAR 所衡量存貨持有成本亦包含了逆選擇成本，因此對價差之邊際影響是較為大。

進一步我們比較 COLLOR 值於兩樣本之小數報價前後之變化關係，根據表 8 顯示，小數報價後之 COLLOR 值在任一情境模擬下皆小於小數報價前之值，兩者差亦皆為統計顯著，隱含小數報價對造市者之存貨持有與逆選擇成本是有降低效果的。

六、結論

本文延伸 Bollen et al. (2004) 視造市者報價價差組成份為選擇權值之觀念，來觀察 ETF 市場中同時有發行選擇權之 DIA 與 QQQ 之價差組成份，以探討原先即具有風險分散效果之低交易成本商品，在 AMEX 於 2001 年 1 月 29 日採以小數點報價後，以價差顯示之交易成本是否亦有縮小，並同時探討價差與以選擇權估計之價差組成分之關係。

實證發現，ETFs 之價差是明顯小

於股票，且在以小數報價後，以 EWQS-LastQS、EWQS 與 EWES 等價差代理變數皆是有顯著降低，顯示原先具有風險風散且交易成本較低的 ETFs 商品，在交易所調整以小數報價措施後，對價差明顯就較小的 ETFs 亦有促使造市者報價價差進一步縮小之效果；價差縮減的幅度則以交易量較高之 QQQ 較大，顯示成交量與買賣價差之間所存在的反向關係。

觀察價差組成份顯示，在實施小數點報價制度後，交易量提升單位，平均委託單處理成本降低，沖銷交易時間縮小，使造市者握有存貨之時間縮短，因此存貨持有成本降低。

我們發現，COLLAR 值是比價平買權較能刻畫造市者之 IHP，且於小數報價後皆為下跌。而逆選擇估計結果顯示，小數報價制度確實可使 ETFs 市場之逆選擇成本發生之可能性降低，對造市者報價價差產生之影響效果亦為降低的。

七、參考文獻

- Ahn, H., Cao, C.Q. and H. Choe, 1996, "Tick Size, Spread and Volume," *Journal of Financial Intermediation* 5, 2-22.
- Amihud, Y. and H. Mendelson, 1980, "Dealership Market: Market-Making with Inventory," *Journal of Financial Economics* 8, 31-49.
- Bagehot, W., 1971, "The Only Game in Town," *Financial Analysis Journal* 27, 12-14.
- Benston, G. and R. Hagerman, 1974, "Determinants of Bid-Ask Spreads in the Over-the-Counter Market," *Journal of Financial Economics* 1, 353-364.
- Bessembinder, H., 2000, "Tick Size, Spreads, and Liquidity: An Analysis of Nasdaq Securities Trading near Ten Dollars," *Journal of Financial Intermediation*, 9, 213-239.
- Black, F. and M. Scholes, 1973, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political*

- Economy* 81, 637-659.
- Bollen, N.P. and R.E. Whaley, 1998, "Are "Teenies" Better," *Journal of Portfolio Management* 25, 10-24.
- Bollen, N.P., Smith, T. and R.E. Whaley, 2004, "Modeling the Bid/Ask Spread: Measuring the Inventory-Holding Premium," *Journal of Financial Economics* 72, 97-141.
- Branch, B. and W. Freed, 1977, "Bid-Ask Spreads on the AMEX and the Big Board," *The Journal of Finance* 32, 159-163.
- Copeland, T. E. and D. Galai, 1983, "Information Effects on the Bid-Ask Spread," *Journal of Finance* 38, 1457-1469.
- Demsetz, H., 1968, "The Cost of Transacting," *The Quarterly Journal of Economics* 82, 33-53.
- Easley, D., Kiefer, N.M., O'Hara, M. and J. Paperman, 1996, "Liquidity, Information, and Infrequently Traded Stocks," *The Journal of Finance* 51, 1405-1437.
- Garman, M.B., 1976, "Market Microstructure," *Journal of Financial Economics* 3, 257-275.
- Garman, T. and M. Klass, 1980, "On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data," *Journal of Business*, 53, 67-78.
- Glosten, L. and L. Harries, 1988, "Estimating the Components of the Bid-ask Spread," *Journal of Financial Economics*, 21, 123-142.
- Glosten, L. R. and P. Milgrom, 1985, "Bid, Ask, and Transaction Prices in a Specialist Market with Heterogeneously Informed Traders," *Journal of Financial Economics* 14, 71-100.
- Harris, L., 1994, "Minimum Price Variations, Discrete Bid-Ask Spread, and Quotation Sizes," *The Review of Financial Studies* 7, 149-178.
- Huang, R.D. and H.R. Stoll, 1994, "Market Microstructure and Stock Return Predictions," *Review of Financial Studies* 7, 179-213.
- McInish, T. and R. Wood, 1992, "An Analysis of Intraday Patterns in Bid-Ask Spreads for NYSE Stocks," *Journal of Finance* 47, 753-764.
- Merton, R.C., 1973, "Theory of Rational Option Pricing," *Bell Journal of Economics and Management Science* 4, 141-183.
- Stoll, H.R., 1978a, "The Supply of Dealer Services in Security Market," *Journal of Finance* 33, 1133-1151.
- Stoll, H.R., 1978b, "The Pricing of Security Dealer Services: An Empirical Study of Nasdaq Stocks," *Journal of Finance*, 1153-1172.
- Stoll, H.R., 1989, "Inferring the Components of Bid/Ask Spread: Theory and Empirical Tests," *Journal of Finance* 44,115-134.
- Tinic, S., 1972, "The Economics of Liquidity Services," *The Quarterly Journal of Economics* 86, 79-93.