臺大管理論叢 2016/12
第 27 卷第 1 期 255-304
DOI:10.6226/NTUMR.2016.AUG.25104-008

台灣衍生性金融商品定價、避險與套利文獻回顧與展望

Review and Prospects of Taiwan Derivatives Research: Pricing, Hedging, and Arbitrage

林丙輝 / 國立中興大學財務金融學系教授
Bing-Huei Lin, Professor, Department of Finance, National Chung Hsing University

張森林 / 國立臺灣大學財務金融學系教授
San-Lin Chung, Professor, Department of Finance, National Taiwan University

葉仕國 / 國立中興大學財務金融學系教授
Shih-Kuo Yeh, Professor, Department of Finance, National Chung Hsing University

Received 2015/8, Final Revision received 2016/8

摘 要

本文針對國內衍生性金融商品定價與避險的研究文獻進行回顧與展望，回顧的文獻範圍是西元 2000 年以後發表在 TSSCI 的學術期刊。在定價文獻方面，就標的資產而言，國內文獻曾探討股票、外匯、商品、利率、氣候、不動產及信用衍生性金融商品的定價。就衍生性金融商品的種類而言，除了簡單的期貨與選擇權外，國內文獻也曾探討過交換合約、混合商品（如可轉換公司債）及奇異式選擇權（如亞式選擇權）等複雜商品的定價。在定價模型方面，曾被採用的模型包含：Black-Scholes 模型、跳躍擴散模型、隨機波動度模型、GARCH 模型及 Levy 模型等。在定價方法上，除了推導封閉式解或解析近似解外，國內文獻還提出樹狀圖法、蒙地卡羅模擬法、快速傅立葉轉換及動態規劃法等方法來計算選擇權的價格。在避險與套利研究方面，所避險的風險因子包含個股、股價指數、商品、外匯及利率風險等，不同的衍生性金融商品之避險策略大相逕庭，但大部分避險策略的研究都集中在 GARCH 相關計量模型的延伸與翻新。在套利策略的執行方面，國內的文獻涵蓋了市場間與跨市場之套利效率相關研究，以及當出現錯誤定價時，不同市場間市價調整至理論價格的速度及資訊傳遞的效率性等相關研究。

【關鍵字】衍生性金融商品、定價、套利、避險

Abstract

This paper reviews the existing literature for pricing and hedging derivatives in Taiwan. We focus on articles published in TSSCI journals after the year 2000. The underlying assets studied in Taiwan include equity, foreign currency, commodities, interest rate, real estate, weather, etc. The financial derivatives priced in Taiwan include futures, forward contract, standard options, swaps, hybrid products (such as convertible bonds), exotic options (e.g., Asian options), etc. The pricing models adopted include Black-Scholes model, jump diffusion model, stochastic volatility model, GARCH model, Levy model, etc. The prcing methods used contain lattice method, Monte Carlo simulation method, the fast Fourier method, dynamic programming, etc. Concerning the hedging and arbitrage studies in Taiwan, many risk factors are considered, e.g., equity, foreign currency, commodities, interest rate, etc. The hedging strategies studied mainly focus on proposing new or improved econometric models/methods. Finally, the arbitrage research covers the Intra- and Inter-market arbitrage strategies, information transmission efficiency, etc.

【Keywords】derivatives, pricing, arbitrage, hedging

臺灣大學管理論叢

壹、前言

自從 1997 年 9 月 4 日大華證券發行台灣第一檔備兌型認購權證 (Covered Call Warrants) 上市交易以來，台灣衍生性金融商品市場 (Derivatives Markets) 的研究就隨著市場蓬勃的發展而日益成長，因此自西元 2000 年以後迄今，有關於台灣衍生性金融商品市場或相關的應用研究非常多，除了發表在國際財務學術期刊之外，也有不少的文章發表在國內的 TSSCI 學術期刊[1]。為了有一個比較明確的取材標準，本文獻回顧是針對西元 2000 年以後發表在 TSSCI 的期刊論文進行回顧[2]。此外，由於文獻眾多，本文僅整理衍生性金融商品的定價、避險與套利等相關的研究，有關於台灣衍生性金融商品市場實證與運用研究的文獻則另外為文回顧與討論。

在衍生性金融商品的定價研究方面，國內的文獻大多是針對特定的衍生性金融商品（例如：美式選擇權 (American Option)）進行定價研究。和國外的經驗相似，就採用的模型而言，早期的研究最常使用的就是傳統的 Black and Scholes model，近期來則越來越多文章採用相當複雜的標的資產價格模型來進行定價研究，例如：Merton (1976) 跳躍擴散模型 (Jump Diffusion Model)、Heston (1993) 隨機波動模型 (Stochastic Volatility Model)、Duan (1995) GARCH 選擇權定價模型及 Bates (1996) 跳躍擴散與隨機波動之混合模型等。

就標的資產而言，國內文獻曾探討的衍生性金融商品非常廣泛，包括股票（個股及股價指數）、外匯、商品（如農產品、原油、黃金等）、利率、氣候（如雨量、溫度、颶風等）、不動產及信用風險等。此外，就衍生性金融商品的種類而言，除了簡單的期貨 (Futures)、交換合約 (Swap Contract) 與選擇權外，國內文獻也曾探討過許多複雜的奇異式衍生性金融商品 (Exotic Derivatives)，例如：向後看選擇權 (Lookback Option)、亞式選擇權 (Asian Option)、障礙選擇權 (Barrier Option)、保本型選擇權 (Rebate Option)、重設選擇權 (Reset Option)、隨機償金上限選擇權 (Capped Option with Stochastic Rebates)、可轉換公司債 (Convertible Bond; CB) 和最低保證收益 (Minimum Return Guarantees) 等。

---

1 本研究針對國內 TSSCI 期刊進行回顧，但並非每一本期刊都會刊登與衍生性金融商品定價與避險有關的研究，因此本文只針對曾刊登相關研究的 16 本 TSSCI 期刊論文進行回顧，各期刊在西元 2000 年以後曾刊登與本研究相關的論文篇數及比例如下：管理學報（3 篇，0.60%）、證券市場發展季刊 （19 篇，6.62%）、財務金融學刊（31 篇，13.48%）、經濟研究（3 篇，2.65%）、交大管理學報（2 篇，1.02%）、經濟論文（4 篇，1.57%）、管理評論（1 篇，0.31%）、管理與系統（9 篇，2.26%）、期貨與選擇權學刊（10 篇，15.38%）、臺大管理論叢（4 篇，1.22%）、亞太管理評論（4 篇，0.77%）、農業經濟叢刊（1 篇，0.76%）、資訊與管理科學期刊（1 篇，0.23%）、電子商務學報（1 篇，0.28%）、農業與經濟（1 篇，0.80%）、資訊管理學報（3 篇，0.63%）。

2 誠如一位匿名審查委員所言，國內第一篇衍生性商品定價與避險文獻應為 Chen and Lee (1993)，且 2000 年以前亦有許多優秀文章發表，但為配合本特刊的徵稿要求，本研究的文獻回顧只選擇西元 2000 年之後的文章。

臺灣大學財務金融學系

在數值方法或選擇權價格計算的研究方面，國內文獻除了在傳統的樹狀圖法 (Lattice Method)、有限差分法 (Finite Difference Method) 和蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Simulation Method) 的研究做出貢獻外，也有部分文獻應用快速傅立葉轉換 (Fast Fourier Transform)、線性隨機規劃法 (Linear Stochastic Programming)、動態規劃法 (Dynamic Programming Method)、類神經網路 (Neural Network) 及模糊連續遺傳演算法 (Fuzzy Continuous Genetic Algorithm) 等方法來計算選擇權的價格。

在衍生性金融商品的避險 (Hedging) 與套利 (Arbitrage) 研究上，國內文獻所探討的風險因子包含很廣，包括個股、股價指數、商品價格、外匯、利率風險或是金融交換價格風險等進行避險或套利的研究。雖然不同的衍生性金融商品之避險策略可能大相逕庭，但國內文獻在避險策略的研究上大多集中在計量方法的翻新，尤其是 GARCH 相關模型的延伸。在套利策略的執行方面，國內的文獻涵蓋了市場間與跨市場之套利效率相關研究，以及當出現錯誤定價時，不同市場間市價調整至理論價格的速度，並探討資訊傳遞的效率性，而大多數的國內文獻也都援用日內資料 (Intraday Data) 來進行套利策略相關的探討。

綜合而言，本文獻回顧近 15 年內超過 150 篇以上的相關研究，完整地總結台灣衍生性金融商品定價、避險與套利的近期研究，並提出未來研究方向供參考。本文後續的章節安排如下，第二節回顧整理國內衍生性金融商品定價的相關研究，第三節探討國內衍生性金融商品避險與套利策略的相關研究，最後一節展望未來重要的研究議題與方向並做總結。

貳、衍生性金融商品定價

TSSCI 期刊論文探討衍生性金融商品定價的文獻相當地多，為了便於讀者了解相關研究的脈絡與貢獻，本研究嘗試將這些文獻加以分類探討。誠如一位匿名審查委員所言，本研究在衍生性商品定價文獻分類時，必有互相重複之處，我們的處理方式主要是依照每篇論文的研究重點及貢獻來做分類，例如：陳松男與姜一銘 (2004) 探討匯率連動之遠期生效亞式選擇權的定價問題，若依照標的資產種類區分，屬於外匯及跨通貨衍生性金融商品的定價研究，若按照衍生性金融商品種類區分，屬於奇異式衍生性金融商品的定價研究，因為該文的重點在於探討匯率連動之衍生性商品的定價，而亞式選擇權的定價問題並非該文的主要研究貢獻所在，因此本研究將陳松男與姜一銘 (2004) 放在“外匯及跨通貨衍生性金融商品”這一小節[3]。

3 當然，作者承認本研究的分類難免有主觀的成分，我們盡量做到客觀並讓本文的文獻回顧具有系統性與一致性。

臺灣大學學術期刊資料庫

一、按標的資產種類區分

按標的資產 (Underlying Assets) 來分類，早期台灣衍生性金融商品市場的研究主要包括股票（Equity，含個股及股價指數）、外匯 (Foreign Exchange)、商品（Commodity，如農產品、原油、黃金等）及利率 (Interest Rate) 等四大類衍生性金融商品，隨著市場的需求與發展，氣候衍生性金融商品（Weather Derivatives，標的資產為雨量、溫度、颶風等）、不動產 (Real Estate) 及信用衍生性金融商品 (Credit Derivatives) 的研究也陸續出現，因此幾乎任何國外曾經研究過的標的資產都曾經出現在國內的文獻，因此國內衍生性金融商品市場研究的廣度並不遜於國外的研究。

（一）股票與股價指數衍生性金融商品

蔡明憲、徐守德、廖四郎與許溪南 (2000) 假設美式選擇權者的賣方有一個主觀的臨界執行價格，然後利用 Holder's 定理推導出美式選擇權價值的上界 (Upper Bound) 及封閉解 (Closed-form Solution)。作者最後並以美國 S&P 100 指數選擇權價格資料進行實證研究，求解得到賣方的隱含相信值 (Implied Belief)。本文雖可求得美式選擇權價格的封閉解，但主觀認定的臨界執行價格 (Critical Exercise Price) 並非人人相同，市場均衡將如何產生？更何況此模型也無法說明如何與無套利 (No Arbitrage) 定價理論相符。展望本文未來可能延伸的研究方向或許可以從行為財務學 (Behavior Finance) 或市場微結構 (Market Microstructure) 的角度切入，例如：本文既然是以賣方的觀點來定價美式選擇權，則由賣方發起的交易 (Seller Initiated Trade) 價格資料所萃取出的隱含臨界執行價格是否異於買方發起的交易 (Buyer Initiated Trade) 價格資料所萃取出的隱含臨界執行價格？是否可以反映投資人的情緒 (Investor Sentiment) 等？

Byun (2005) 沿用 Kim (1990), Jacka (1991) and Carr, Jarrow, and Myneni (1992) 所推導的美式選擇權價格及最適履約邊界 (Optimal Exercise Boundary) 的積分方程，分析最適履約邊界積分方程的特性，進而推導出美式選擇權最適履約邊界的上界。Byun (2005) 的結果事實上大部分承襲文獻的結果，所推導的最適履約邊界上界和真實最適履約邊界間的差距也未完整探討，因此貢獻相對不足。展望本文未來可能延伸的研究方向，可以進行完整的數值分析，比較本文的最適履約邊界上界和真實最適履約邊界間的差距有多大？是否優於 Broadie and Detemple (1996) 或 Chung, Hung, and Wang (2010) 的最適履約邊界上界等？

（二）利率及債券衍生性金融商品

國內有關於利率及債券衍生性金融商品的研究不少，為簡化推導過程或求解得封閉式解 (Closed Form Solution)，大部份的研究都是採用單因子利率模型 (One Factor Interest Rate Model)，從早期的 Vasicek (1977) 模型、Cox, Ingersoll, and Ross (1985a) 模型、Heath, Jarrow, and Morton (1992) 模型，以及目前學術界及實務界最常採用的 LIBOR 市場利率模型等都是國內文獻曾經使用過的模型，茲詳細討論如下。

臺灣博碩士論文知識加值系統

Liao and Wang (2003) 推導高收益票券 (High Yield Notes) 定價公式的封閉解，作者證明高收益票券可以買入零息債券及賣出匯率連結股票賣權來複製，並且探討這些票券的特性及避險策略。最後，作者導出高收益票券在 Heath et al. (1992) 隨機利率架構下的高收益票券定價公式。

謝承熹與李賢源 (2004) 採用 Heath et al. (1992) 利率模型來評價利率重設日、利息交換日、與交換利率的重設期限都可以任意選定的一般化利率交換契約。此外，作者也模擬分析瞬間遠期利率分別具指數型遞減 (Exponentially Dampened Shape) 及駝峰型 (Humped Shape) 波動結構時，對一般化利率交換契約評價的影響，結果顯示兩種波動結構所得的評價差異不大。最後，藉由平賭過程 (Martingale) 評價法，作者推導出一般化利率交換契約價值必須遵循的偏微分方程式及評價公式，以證明不論由平賭過程評價法或偏微分方程式法評價利率交換契約，都可以得到相同的評價公式。

李賢源、陳兆維、林信宏與謝承熹 (2007) 推導標準利率上限契約 (Interest Rate Cap Agreement) 的評價公式，作者分析在 Hull and White (1993)、Heath et al. (1992)、Brace, Gatarek, and Musiela (1997) 三種利率模型下，標的資產分別為瞬間即期利率 (Instantaneous Short Rate)、遠期利率 (Forward Rate)、LIBOR 利率時，比較利率上限契約的價值，分析利率波動結構型態對利率上限契約價值的影響、以及利率上限契約價值與契約到期期限的關係。

利率交換合約 (Interest Rate Swap; IRS) 的交換利率 (Swap Rate) 與對應的政府公債殖利率的利差，稱之為利率交換契約利差 (IRS Spreads)，過去有一些文獻探討 IRS 利差的決定因素，既存文獻大多著重於信用風險的影響；相對地，李賢源、朱香蕙與許嘉玲 (2006) 拓展 Grinblatt (2001) 以流動性做為 IRS 利差期間結構 (Term Structure of IRS Spread) 決定因子的均衡理論模型，使之更一般化並吻合現今市場上的殖利率曲線 (Current Term Structure of Interest Rates)，實證結果顯示本文的一般化模型在配適樣本內之 IRS 利差資料非常好，對預測樣本外 IRS 利差的趨勢，具有不錯的預測能力，但對於預測 IRS 利差的準確度上則不足。

葉仕國、林丙輝與葉煥文 (2007) 針對臺灣 10 年期公債期貨契約與其隱含之交割品質選擇權 (Quality Option) 進行評價，作者首先蒐集國內債券交易價格來估計研究期間的債券殖利率曲線，再建構一因子及二因子 Hull and White 利率期限結構模型進行評價工作，實證結果顯示臺灣公債期貨契約隱含之交割品質選擇權平均約為 11 至 17 個百分基點左右，相較於國外其他公債期貨市場所估得之結果，算是相當顯著。

Kuo (2011) 實證檢驗具駝峯結構 (Hump Volatility Structure) 之隱含定態波動函數 (Implied Deterministic Volatility Function) 利率模型，在評價及避險不同價性 (Moneyness) 及天期 (Maturity) 之歐元利率選擇權的表現，作者建構遠期利率樹來計算歐元利率選擇權的理論價格，並且極小化理論價格與市場價格誤差平方和來估計模型

臺灣人壽保險期刊資料庫

參數。研究發現一因子定態模型在評價上表現比多因子模型好，但多因子模型在避險上則較佳。

國內也有部分研究探討更複雜利率衍生性金融商品的定價，例如：Wu, Fu, and Chen (2009) 採用跨通貨 (Cross-currency) LIBOR 市場利率模型來評價五種不同的匯率連動利率交換選擇權之定價，包括：(1) 本國交換利率 vs. 外國交換利率；(2) 本國交換利率 vs. 外國 LIBOR 利率；(3) 本國 LIBOR 利率 vs. 外國交換利率；(4) 外國交換利率 vs. 外國交換利率；(5) 外國交換利率 vs. 外國 LIBOR 利率。本文提出遠期交換利率 (Forward Swap Rate) 的近似機率分配以評價固定天期交換利率 (Constant Maturity Swap Rates) 連動的選擇權公式解，作者並採用蒙地卡羅模擬法來驗證公式解的精確性。Lee, Hsieh, and Chen (2003) 推導平均利率買權 (Average Interest Rate Call) 的定價公式，作者將 Longstaff (1995) 的評價模型推廣，改用較符合實務應用的間斷型態指標利率而非理論性質之瞬間即期利率來求算平均利率，作者並應用 Levy (1992) 及 Vorst (1992) 評價亞式外匯選擇權的近似公式來推導間斷型態的平均利率買權的近似解。Wu and Chen (2008) 也是採用 Vorst (1992) 和 Levy (1992) 的近似公式來評價匯率連動平均利率選擇權[4]，蒙地卡羅模擬結果顯示此兩種近似公式的準確性都非常高。Wu, Fu, and Chen (2010) 也是評價平均利率選擇權，作者採用 Brace et al. (1997) 的 LIBOR 利率模型以求算平均利率，並採用 Vorst (1992) 的方法來近似標的利率的機率分配以推導出公式解，作者並採用蒙地卡羅模擬法來驗證公式解的精確性。

（三）外匯及跨通貨衍生性金融商品

外匯及跨通貨衍生性金融商品的定價通常比較複雜，因為其定價通常是牽涉到至多四個隨機變數，包括：匯率、國內外（隨機）利率以及國外標的資產等，除了上一小節提到的匯率連動利率交換選擇權外，包括：跨通貨股酬交換、匯率連動之遠期生效亞式選擇權、以及匯率連動外國資產衍生性商品等都曾經被定價過，茲詳細討論如下。

王銘杰與徐守德 (2001) 延伸 Chance and Rich (1998) 的股酬交換模型，並沿用 Amin (1991) 及 Amin and Bodurtha (1995) 的離散時間資產價格設定，利用機率測度轉換的步驟來推導跨通貨股酬交換的風險中立評價模式，作者發現國外股價指數的風險中立過程，必須加上一修正項，以反應期間匯率風險[5]。最後，王銘杰與徐守德 (2001) 進一步推導股酬交換選擇權、交換上下限、變動名目本金，以及混合股酬交換的評價公式。

臺灣期貨交易所期刊資料庫

4 作者沿用 Amin and Jarrow (1991) 的架構將單一貨幣的 LIBOR 市場模型，擴充成跨貨幣的 LIBOR 市場模型，並在此模型架構下評價匯率連動平均利率選擇權。

5 但王銘杰與徐守德 (2001) 的公式 (2.13) 似乎有誤，經匯率轉換後，以國內價格表示的國外股價過程的期望報酬應該是國內的無風險利率，該文公式 (2.13) 明顯不合乎此特性。

陳松男與姜一銘 (2004) 提出幾種匯率連動之遠期生效亞式選擇權 (Quanto Forward-start Asian Options)，供投資人規避匯率風險與防止股票市場可能受到的人為操縱。由於亞式選擇權無封閉解，因此作者提出一階及二階泰勒近似封閉解，並計算避險參數。最後，作者推導出評價理論公式的最大估計誤差上限公式，結果發現在波動度較小時，一階及二階泰勒近似封閉解相差不大，因此可以只使用簡單的一階泰勒近似封閉解；反之，在波動度較大時，則應採用精確度較高的二階泰勒近似封閉解。

Ho and Liao (2014) 提出非受限二元 NGARCH 跳躍模型 (Unrestricted Bivariate NGARCH-jump Model)，以評價匯率連動衍生性商品 (Quanto Derivatives)。在模型中，跳躍發生於定價核 (Pricining Kernel)、外國資產價格及匯率。實證分析結果顯示非線性的非對稱模型最能捕捉外國資產價格與匯率的動態過程[6]。

（四）信用風險及信用衍生性金融商品

周麗娟、陳勝源與楊朝成 (2003) 認為國內券商發行之備兌型認購權證的評價應該考慮發行券商之信用風險，因此採用 Klein (1996) 之脆弱 (Vulnerable) 選擇權評價公式，並以國內證券商發行之認購權證作為實證資料，探討比較備兌型認購權證之理論價值市價之差異，最後，作者亦對影響脆弱認購權證價值之主要變數進行比較靜態分析。

王昭文、張嘉倩與陳彥伶 (2006) 延伸 Kusuoka (1999)、Jarrow and Turnbull (2000) 及 Jarrow and Yu (2001) 等人的模型設定，在同時考量雙方交易對手風險 (Counterparty Risk)、標的資產信用風險與即期利率與股價指數報酬率等市場風險交互影響下，推導出信用違約交換 (Credit Default Swap; CDS) 之合理價格。在數值分析方面，作者首先發現 Jarrow and Yu (2001) 評價模型之不合理假設（假設違約賠償費用為契約到期時支付）導致信用違約交換利率明顯低估，且隨著契約期間的增長，低估情況更加嚴重。此外，作者亦發現忽略保護性買方及保護性賣方之違約風險受標的資產信用風險影響，將導致信用違約交換之利率高估。忽略市場風險對違約風險之影響，則可能使信用違約交換利率高估或低估。

Pan and Wu (2008) 針對選擇權賣方可能違約的歐式脆弱選擇權 (European Vulnerable Options) 進行評價，本文允許違約隨時發生，且違約時的回收價值 (Recovery Value) 是資產負債比乘上選擇權的經濟約當價值，而非如傳統文獻般乘上選擇權的無違約價值 (Default-free Value)，作者發現傳統文獻的處理方式會嚴重低估信用風險的影響。

劉裕宏、姜一銘、王明隆與封之遠 (2012) 將 Klein (1996) 的違約模型中之不可觀察變數進行模糊化，以考慮當市場處於資訊不確定的情境下，對具違約性質之選擇權

6 作者將自己提出的模型與以下模型進行實證比較分析：(1) 二元離散 Merton 模型、(2) 二元一般化 Merton 模型、(3) 二元 NGARCH 常態模型，以及 (4) 受限二元 NGARCH 跳躍模型。

臺灣大學學術期刊資料庫

契約 (Defaultable Option) 進行定價。為驗證模型的可靠性及實用性，作者採用台灣認購權證日資料進行實證分析，實證結果顯示：改良後的模糊結構性模型擁有較佳的預測能力，且經過嚴格的統計測試後，此績效顯著優於原始結構性模型的預測績效。

周恆志 (2009) 將 Merton (1974) 模型中違約時點為債券到期日的假設放寬，改採用障礙選擇權架構建立違約風險模型，並採用 Duan (1994, 2000) 的最大概似估計法來估計樣本公司的資產價值、資產飄移項、資產價值波動度與違約門檻值等。作者以台灣證交所的上市公司為樣本，實證結果支持障礙選擇權模型在評估公司違約風險的優異性，亦即樣本公司的違約門檻值皆顯著存在。

（五）天氣選擇權

Hung and Liu (2006) 提出一個於不完全市場 (Incomplete Market) 狀況下，天氣衍生性金融商品 (Weather Derivatives) 的評價公式，本文的評價方法有兩項優點，第一、作者採用不完全市場下的評價方法，因此可以克服標的資產（e.g., 天氣）存在不可交易 (Non-tradable) 特性而無法使用無套利評價方法的問題。第二、作者推導極具效率的解析方法來評價具亞式報酬特性之天氣衍生性金融商品，使得所得之評價公式易於使用且極具效率。

Lin, Shyu, and Chang (2008) 採用馬可夫調整普瓦松過程 (Markov Modulated Poisson Process)[7] 來捕捉實際巨災事件到達率過程，並進而評價巨災衍生性金融商品，包括：巨災期貨買權、巨災 PCS (Property Claim Services) 價差買權與巨災債券之封閉解。此外，作者利用 1950 年至 2004 年 PCS 指數與颶風事件發生次數的資料，來檢定馬可夫調整普瓦松過程與普瓦松過程在評價巨災衍生性金融商品的配適能力。此外，數值分析的結果顯示巨災保險商品評價與巨災事件跳躍次數、跳躍規模的標準差、跳躍規模的平均數有關。

自從卡崔娜颶風 (Hurricane Katrina) 造成重大損失後，颶風衍生性金融商品就成為保險公司避險的重要工具之一，Chang and Chang (2012) 探討在全球暖化下，颶風衍生性金融商品的定價，作者將 Gerber (1988) 的雙重二項模型 (Doubly-binomial Model) 拓展成三重二項評價模型 (Triply-binomial Valuation Model)，其中第三個二項模型是用來描述隨機的颶風發生次數，模擬結果顯示颶風衍生性金融商品因熱帶颶風個數的增加而變得更有價值。

高國勛 (2012) 針對台灣的氣候形態及產業需求設計雨量選擇權，然後用蒙地卡羅模擬法來評價雨量選擇權，作者採用紐曼－史考特雨量模型 (Neyman-Scott Rectangular

7 在此過程下，狀態服從齊一的馬可夫鏈，此過程可退化為 Cummins and Geman (1995)、Chang, Chang, and Yu (1996)、Geman and Yor (1997) 以及 Vaugirard (2003) 等模型，因此是一個比較一般化的模型。

臺灣大學學術期刊資料庫

Pulses Model) 來預測台灣各地區各月份的降雨量分布。由於作者並未特別處理雨量風險溢酬的問題，因此隱含假設雨量風險是獨立於市場風險的非系統性風險，因此風險溢酬為零。

（六）房地產、保險或年金等隱含選擇權 (Embedded Option)

廖咸興、張森林、陳仁遶、楊太樂與廖堃宇 (2007) 探討房貸基礎證券 (Mortgage-backed Security) 的評價與風險值，由於房貸基礎證券內隱含的提前還本買權與違約賣權本身並無交易市場，因此作者認為傳統的風險中立評價法在評價此種證券時會產生適用性的疑慮。因此作者比較風險中立評價法與 Chen, Liao, and Yang (2004) 所提出之「均衡房貸評價模型」間的差異，利用美國市場資料進行實證分析，結果發現：在風險中立評價法與均衡房貸評價法下，房貸基礎證券的評價有相當大的差距，而且房貸基礎證券之風險值評估的正確性也因此受到相當大的影響。Huang and Lee (2007) 使用無套利利率過程來建構二項樹模型 (Binomial Tree Model)，並用以評價固定利率與浮動利率抵押放款 (Adjustable Rate Mortgages) 中隱含之倒帳 (Default) 與預付 (Prepayment) 選擇權。作者同時也提出評價浮動利率抵押放款的有效演算法，改善了先前評價模型之效率。研究發現目前殖利率曲線會影響抵押放款的價值，而且其影響型態會隨該放款為固定或浮動利率而不同。本文同時發現法院破產拍賣延遲時間減少不一定會降低倒帳風險，債權人之求償執行能力才是關鍵。

林士貴 、張智凱與廖四郎 (2008) 在隨機利率模型下，針對具有分紅選擇權與解約選擇權 (Surrender Option) 的分紅保單 (Participating Contract) 進行評價，其中分紅選擇權可視為歐式選擇權，解約選擇權可視為美式選擇權。作者建構二維度 CRR (Cox-Ross-Rubinstein) 二項樹模型，以評價分紅選擇權與解約選擇權，並根據分紅保單中現金流量之前後關係，推導出遞迴關係式 (Recursive Formula) 以增進二維度 CRR 模型之計算速度，並求得可解約分紅保單之公平價值。

Luo and Sheu (2009) 將變額壽險保單的保證收益條款視同賣權，提出另一種計價模式，以別於傳統的計價方法，由於採用不完全市場的架構，因此作者只能推導出無套利條件下變額壽險保單合理價格的上下限 (No-arbitrage Price Bounds)。

陳芬苓與張森林 (2006) 將勞工退休金條例中的確定給付制（附加年金制）視為一種遠期契約，以評價附加年金的契約價值。數值分析的結果顯示附加年金制之遠期契約價值對所有的勞工而言，皆為正數，這意涵著附加年金制會面臨財務赤字的問題。此外，作者還發現遠期契約價值會隨著基金報酬率的標準差、年金給付率、勞工退休時的平均餘命、個人薪資成長率平均值及全體勞工薪資成長率平均值等變數增加時而增加。王儷玲、楊曉文、黃泓智與李永琮 (2007) 則分析在勞退新制中，勞工可在個人帳戶制（確定提撥制）與年金保險（確定給付制）之間做轉換的選擇權價值，作者探討勞工在個人帳戶制下轉換到年金保險制之最適轉換時點，並分析轉換制度對其退休

臺灣博碩士論文知識加值系統

所得之影響。研究結果發現勞工能透過轉換制度達到降低投資風險與增加退休所得的目的。

Tang and Yang (2012) 探討在退休年齡選擇下，確定提撥退休金制度 (Defined Contribution Pension) 收益率保證之評價，作者將收益率保證視為美式選擇權，並採用 Longstaff and Schwartz (2001) 提出的最小平方蒙地卡羅法 (Least Squares Monte Carlo) 來計算收益率保證的價值，研究發現退休年齡會顯著影響收益率保證的價值，越早（晚）退休保證價值會越低（高）。

Lin (2005) 將 Ronn and Verma (1986) 的存款保險 (Deposit Insurance) 定價模型納入監理寬容 (Regulatory Forbearance)，以分析監理寬容對於存款保險費率的影響，研究發現所估計出來的保險費率會隨著監理寬容的程度而增加，作者並且以臺灣上市銀行為樣本，研究結論是存款保險機構是否高估或低估存款保險費率端視其監理寬容程度而定。

Chang, Chen, and Tsay (2010) 評價存活交換[8] (Survivor Swaps)，作者延伸 Cox, Lin, and Wang (2006) 的模型來建構考慮隨機跳躍的死亡率過程，並加入違約風險。研究結果發現：市場風險價格與死亡率之隨機跳躍頻率皆與存活交換合約價格存在正向關係，且與前者的正向關係亦隨死亡率之隨機跳躍頻率上升而增強；在其他條件不變下本文發現高（低）違約風險隱含相對高（低）的存活交換合約價格。

二、按衍生性金融商品種類區分

按衍生性金融商品的種類來分，早期台灣衍生性金融商品市場的研究主要包括遠期契約 (Forward Contract)、期貨 (Futures)、選擇權 (Options)、及交換合約 (Swaps) 等四大類衍生性金融商品，但隨著市場產品日益複雜，奇異式衍生性金融商品及複合式衍生性金融商品 (Hybrid Derivatives) 的研究也日益普及，例如：障礙選擇權、亞式選擇權、重設選擇權、可轉換公司債、最低保證收益 (Minimum Return Guarantees) 評價等，因此國內研究所含括衍生性金融商品產品的複雜度及深度都很足夠，甚至有些商品的複雜度還同時兼具多種面向，例如：國內所研究的重設選擇權其執行價重設的條件是採用標的資產在一段期間的平均價格低於某一門檻時，因此還兼具障礙選擇權及亞式選擇權的特色，其評價因此變得十分困難。

（一）期貨及遠期契約

許溪南與黃清滿 (2001) 推導不完全市場下外匯期貨之定價模型，並與持有成本模

8 所謂的存活交換是指雙方簽訂一紙合約，約定在未來的數個時點交換期初約定的金額，且此金額的多寡決定於未來的死亡率（或生存率）。存活交換的定價即是在期初決定一個固定比率的貼水，使得該交換未來雙方的預期現金流相同。

臺灣金融學術期刊資料庫

型 (Cost of Carry Model) 進行實證分析，研究結果顯示作者提出之模型的預測績效顯著優於持有成本模型。王健聰與許溪南 (2002) 則提出市場不完美度的定義，並據以推導市場不完美度與股價指數期貨定價之關係，實證結果顯示市場不完美性顯著影響股價指數期貨之定價。

Yen and Wang (2005) 推導在隨機利率及對未來價格意見異質性下的跨期期貨定價公式 (Intertemporal Futures Pricing Formulae)，作者的封閉式解顯示：期貨市場中的正向市場 (Normal Backwardation Market) 或逆向市場 (Contango Market)[9] 是由利率、現貨價格及對未來價格看法異質性的變動等因素交互作用產生的複雜關係。

張森林、石百達、李存修與施宗佐 (2009) 探討臺股指數期貨保證金的估計模型，作者比較分析簡單移動平均模型、指數加權移動平均、一般化自我迴歸條件異質變異數以及極值理論等四種模型，並對臺股指數期貨做回溯測試，以評估四種模型在保證金水準、穿透率、資金效率、保證金調整之優劣，結果發現簡單移動平均模型為最適模型。Lin, Wang, and Hsuku (2014) 採用「資訊到達的時間間隔」 (Information Time; Chang, Chang, and Lim, 1998) 以及「跳躍事件 (Jump)」 (Merton, 1976) 的模型設定，推導出一般均衡架構 (Cox, Ingersoll, and Ross, 1985b; Hemler and Longstaff, 1991) 下股價指數期貨定價的封閉解。

戴孟宜 (2012) 延伸 Frankel (1986) 的經濟模型，推導農產品現貨與期貨的定價模型，現貨與期貨價格間的均衡關係式是採用 Bond (1984) 的結果，作者利用推導的結果探討若政府對農產品設定了現貨價格目標區，是否可達到農產品現貨價格有安定之作用，及農產品期貨價格、非農產品價格（或匯率）是否會因此而付出不安定之代價。

（二）路徑相依 (Path Dependent) 奇異式衍生性金融商品

張傳章、張森林與許博翔 (2000) 將 Hilliard and Schwartz (1996) 評價簡單型選擇權 (Plain Vanilla Options) 之隨機波動性模型 (Stochastic Volatility Model)，加以擴展至障礙選擇權的定價上，其技巧是採用 Boyle and Tian (1999) 的變數轉換技巧，並調整節點股價使之落在障礙價格上。數值結果顯示，隨機波動性對障礙選擇權價格的影響程度，遠較對簡單型選擇權價格的影響程度來得大。

張傳章與劉明滄 (2000) 修正 Cox, Ross, and Rubinstein (1979) 的二項樹選擇權定價模型，使其所需計算樹狀圖之結點 (Nodes) 個數，並不會因為標的股票 (Underlying Stock) 發放現金股利而快速增長。作者進一步將修正之二項樹模型和 Derman, Ergener, and Kani (1995) 之靜態避險方法相結合，應用到歐式及美式障礙選擇權評價與避險。最後，張傳章與劉明滄 (2000) 也將靜態避險的方法擴展 Hull and White (1993) 之美式

9 所謂正向市場（逆向市場）是指期貨價格低於（高於）預期的未來現貨價格 (Expected Future Spot Price)。

臺灣大學學術期刊資料庫

向後看選擇權 (American Lookback Options) 定價模型，以評價及避險歐式及美式向後看選擇權。

Hull and White (1993) 利用線性內插法，提出一個計算效率快速的二項樹法來評價算數平均價格選擇權 (Arithmetic Average Price Option)，張傳章、張森林與廖志峰 (2000) 進一步拓展 Hull and White (1993) 的二項樹法，以評價幾何平均價格選擇權 (Geometric Average Price Options) 和平均履約價格選擇權 (Average Strike Options)，作者並以蒙地卡羅模擬法和 Chalasani, Jha, and Varikooty (1998) 之上下限逼近法作為比較基準，以分析二次內插法是否能改善線性內插法之估計誤差，研究發現採用二次內插法的定價誤差較小。Chang, Ho, Ho, and Cheng (2013) 則將 Hull and White (1993) 的二項樹模型拓展成雙變數二項樹方法，在此方法下，可以評價路徑相依的選擇權，作者將他們的方法運用在隨機利率假設下評價具重載 (Reload) 特質之員工選擇權。

Lin (2010) 研究當標的資產價格遵循幾何布朗運動與幾何複合普瓦松過程 (Geometric Compound Poisson Process) 的結合過程時，亞式選擇權的定價問題，當標的資產價格具有跳躍過程時，通常是不完全市場，因此定價的機率測度並不是唯一的，作者採用 Follmer and Schweizer (1991) 的極小化平賭測度 (Minimal Martingale Measure) 當作風險中立定價測度，進而推導出亞式選擇權價格必須遵循的偏積分微分方程式 (Partial Integro-differential Equation) 並進而用數值方法求解。

（三）金融商品設計、拆解與定價

Hsueh (2001) 設計了美式離散觀察型隨機償金上限選擇權 (American Discrete Barrier Option with Stochastic Rebate)，作者比較分析此種新型權證與傳統固定償金上限選擇權設計間之差異以及其對評價及避險之影響，研究發現此種新型權證沒有提前履約的價值，因此可以視為歐式選擇權來評價。

潘璟靜、李賢源與吳土城 (2002) 針對投資人的保本心態，設計保本型選擇權 (Rebate Option)，此保本型選擇權的特性為：若買權（賣權）於觀察期限截止日，標的資產價格小於等於（大於等於）界限價格，則賣方退還買方原權利金並回收其流通在外的選擇權；若標的資產價格大於（小於）界限價格，則保本型選擇權等於一般型選擇權。作者應用平賭測度轉換，在隨機利率假設下，推導出股票、債券及股票交換選擇權價格封閉式解。

李賢源與劉柏宏 (2003) 分析重設選擇權避險時遭遇 delta jump、negative delta 問題的原因與嚴重性，進而設計出『回顧型重設選擇權』以解決問題[10]。作者的評價與

10 李賢源與劉柏宏 (2003) 也提到可採用 Carr, Ellis, and Gupta (1998)「靜態避險 (Static Hedging)」的方法來解決 delta jump 及 negative delta 這類的問題，但是由於國內選擇權的商品尚不夠豐富，所以不適用「靜態避險」的方法。

臺灣期貨學術期刊資料庫

分析係依財務工程最基本的拆解與組合 (Unbundling and Bundling) 的方式進行，將重設選擇權拆解成界限選擇權的組合來評價。研究發現『回顧型重設選擇權』不但可以保護權證投資者價格下跌的風險，而且發行券商也不會面臨 delta jump 及 negative delta 等避險的問題，可使投資者與發行券商雙贏。

Chung, Lai, Lin, and Shyy (2004) 探討可轉換公司債拆解成信用部分及股權部分的交易結構，亦即可轉換公司債資產交換 (CB Asset Swap) 及 CB 買回權 (Call on CB)。作者提供了上述兩項拆解部分的定價模型，其中可轉換債資產交換可以當成美式分期選擇權 (American Installment Option) 來定價，且 CB 買回權可以當成執行價隨利率交換合約市價變動的美式買權，模擬結果顯示：CB 買回權的價格主要受 (1) 發行者的信用，(2) 賣回價格，及 (3) 利率水準的影響。

三、按定價模型區分

由於傳統的 Black and Scholes 模型無法捕捉實證上所發現的現象，例如：股價對數報酬率分配呈現高峰、偏態、厚尾及波動叢聚等現象，因此國外有非常多的文獻提出更符合實證資料的複雜模型，以定價衍生性金融商品。國內文獻追隨國外文獻的發展方向，所採用的模型也由簡而難，從早期簡單的 Black and Scholes model (Geometric Brownian Motion)、CEV (Constant Elasticity of Variance) model、跳躍擴散模型及 variance gamma model，而後開始採用更符合市場實證發現的厚尾 (Fat Tail) 高峰、負偏 (Negative Skewness) 及波動群聚 (Volatility Clustering) 等現象的模型，例如：隨機波動度模型 (Stochastic Volatility Model)、GARCH model、Markov jump diffusion model、Levy and GARCH-Levy model 等。雖然國內衍生性金融商品的定價模型越用越複雜，但採用這些模型的實質效益有多大值得存疑，部分文章缺乏嚴謹的實證分析或只是和最簡單的 Black and Scholes model 做樣本內的定價誤差分析而已。茲詳細討論如下。

莊忠柱 (2004) 假設組合型認購權證 (Basket Call Warrants) 中各標的股票報酬皆服從 nonlinear GARCH 模型，然後採用 Duan (1995) 的局部風險中立評價關係 (Locally Risk-neutralized Valuation Relationship) 及機率 Q 測度下的 NGARCH 過程，最後再採用 Vorst (1992) 近似對數常態分配變數之平均數的技巧來評價組合型認購權證。此外，周恆志與巫春洲 (2006) 以及周恆志、陳達新與巫春洲 (2007) 等也是在 GARCH 模型下定價選擇權。

吳仰哲、廖四郎與林士貴 (2010) 提出結合 Lévy 過程與 GARCH 模型兩者優點的 GARCH-Lévy 過程，以捕捉負偏態、高峰、厚尾及波動叢聚等報酬分配特徵，然後再採用蒙地卡羅模擬法來估算歐式買權的價格。Jin (2014) 則推導出在多種相關不確定因素且狀態變數可能劇變下，衍生性金融商品的定價模型，在特定條件下此模型具有封閉式解。

臺灣大學圖書館期刊資料庫

Liu, Jiang, and Fong (2014) 利用 Carr and Wu (2004) 的隨時間改變 Lévy 模型 (Time-changed Levy Model) 並假設隨機利率下，遵循 Heath et al. (1992) 的推導方法得到歐式一般選擇權及期貨選擇權之理論解。此外，作者利用 Chung and Chang (2007) 的定理推導出在此新模型下美式選擇權價格的上界，數值分析結果發現此上界不但非常近似封閉解，且利於提升美式選擇權評價及避險的效率。

四、衍生性金融商品價格計算方法 (Derivatives Pricing Methods)

在計算衍生性金融商品價格方法方面，不外乎兩大類：(1) 封閉式解或解析解 (Analytical Form Solution)；(2) 數值方法。一般而言，只有簡單的衍生性金融商品、簡單的模型或簡化的假設下才具有封閉式解或解析解，推導的過程常需要應用數理或統計技巧，國內不少數理佳的學者在這方面做出貢獻，除了發表在國外的學術期刊外，也有一些文章是發表在國內 TSSCI 學術期刊。

此外，國內也有一些文獻在較複雜的模型下設法推導出選擇權價格的解析近似解 (Analytical Approximation)，例如：周恆志等 (2007) 仿造 Duan, Gauthier, and Simonato (1999) 的處理方式，利用 Gram-Charlier 數列展開式推導出在 NGARCH (1,1) 模型下，歐式買權價格及避險參數的解析近似解。

一般而言，複雜的衍生性金融商品的定價通常必須依賴數值方法 (Numerical Methods)，比較常見的數值方法，例如：樹狀圖法 (Lattice Approach)、蒙地卡羅模擬法、有限差分法 (Finite Difference Method) 等，各種數值方法在評價某一類的衍生性金融商品時通常比較具有優勢，例如樹狀圖法比較適合評價具有提前履約或轉換選擇權的商品，而蒙地卡羅模擬法則非常適合評價多資產的選擇權或路徑相依的選擇權，但隨著國外研究文獻的進步，各種不同的數值定價方法也已經突破過去的限制，例如也有部分的文獻將樹狀圖法運用在隨機波動率模型或 GARCH 模型下的選擇權定價，另外也有部分的文獻將蒙地卡羅模擬法運用在美式選擇權等具有提前履約特性的衍生性金融商品，因此國內在數值定價方法的研究是追隨著國際的趨勢在走，雖然在方法上面並沒有創新的貢獻，但是能夠將既有國外文獻的方法做進一步的改善跟延伸，對於整個國際學術仍然是具有一定的貢獻。另外數值定價方法的進步也有助於國內實務界的發展，因此台灣的券商也有能力發行並定價像重設選擇權這樣複雜的衍生性金融商品。茲將常見的數值定價方法討論分類如下。

（一）樹狀圖法 (Lattice Approach)

張森林、石百達與葉宗穎 (2008) 比較四種具有平滑收斂特性的二項樹模型在選擇權定價效率上的優劣[11]，這些模型包括 Broadie and Deternple (1996) 的 binomial Black-

11 如果二項樹選擇權價格具有單調及平滑收斂到真值的特性，則我們可以使用外插法來大幅改進精確度。

臺灣大學學術期刊資料庫

Scholes 模型、Tian (1999) 的有彈性的二項樹模型 (Flexible Binomial Model)、Heston and Zhou (2000) 的報酬函數平滑的 (Smoothed Payoff) 模型和 Chung and Shih (2007) 的一般化的 CRR 二項樹 (GCRR-XPC) 模型。數值分析的結果顯示：上述四個模型在計算 delta 及 gamma 時也能夠產生單調及平滑收斂的特性；GCRR-XPC 模型是所有模型中，計算選擇權價格、delta 及 gamma 最有效率的方法。

Yeh, Yeh, and Ju (2013) 建構股價及市場利率雙變數二項樹以評價股票選擇權，作者採用遠期利率曲線隨著時間所積分出來的面積取代擴散過程中的漂移項，數值分析結果顯示，本研究所提出的雙變數二項樹可以精確而有效率地計算股票選擇權的價格。

在利率樹模型 (Interest Rate Tree Model) 方面，戴天時、鍾惠民與何俊儒 (2009) 建構在 LIBOR market model (LMM) 模型下的利率樹，由於 LMM 模型具備非馬可夫的特性，建構利率樹時會發生節點無法重合，而導致利率樹的節點個數呈爆炸性成長的問題。作者採用 Ho, Stapleton, and Subrahmanyam (1995) 的造樹法來建構節點重合的 LMM 利率樹。作者首先改寫 Poon and Stapleton (2005) 對 LMM 建構的離散時間數學模型，接下來推導建構利率樹所需的遠期利率的條件期望值和條件變異數，最後再利用 HSS 的方法來建構利率樹，並用該利率樹評價利率衍生性金融商品。

Wang and Liao (2005) 建構在國內外利率、匯率及股價等四個因子下，標的資產的遠期價格樹狀模型 (Forward Price Lattice Model)，以評價美式選擇權。在遠期價格樹狀模型下，作者推導出隱含即期資產價格樹狀模型以評價長期美式選擇權。此外，本研究亦顯示如何將遠期價格模型應用於評價股票選擇權、零息債券選擇權、外匯選擇權、國外股權買權、Quanto、可轉換公司債與海外可轉換公司債。

周恆志與巫春洲 (2006) 採用 Duan, Gauthier, Sasseville, and Simonato (2003) 所提出的 Edgeworth GARCH 選擇權演算法，以分析 GARCH 模型運用於台灣認購權證市場的評價與避險績效。該演算法是根據 Rubinstein (1998) 所提出之 Edgeworth 二項樹法，納入 GARCH 模型的高階動差資訊而得。

Lin (2009) 使用核迴歸方法 (Kernel Regression) 計算隱含波幅曲面 (Implied Volatility Surface)，建構隱含在該核迴歸波幅曲面中的隱含波動樹 (Implied Volatility Tree)，並進而計算上述兩者相對應的風險中立機率分配 (Risk Neutral Density)，實證結果發現隱含波動樹對短期與中期 S&P 500 指數選擇權提供較長天期選擇權更佳的配適度。

（二）蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Simulation Method)

蒙地卡羅模擬法也是經常應用在衍生性金融商品定價的重要數值方法之一，國外也有不少學術文章介紹各種運用的技巧和改善方法，國內也有一些學者從事相關的研究，但大部份都發表在國外的學術期刊，僅有少部分是發表在國內 TSSCI 學術期刊。

將蒙地卡羅模擬法應用在衍生性金融商品定價的重要議題之一，就是如何降低價格

臺灣人文社會學術期刊資料庫

估計值的標準誤，也就是文獻上所謂的變異數降低法 (Variance Reduction Techniques)，針對這個議題，Chung, Chu, Lee, and Yeh (2011) 討論如何利用邊界條件 (Boundary Condition) 接近被評價奇之異式選擇權的邊界條件，且具有封閉解的單一選擇權或選擇權投資組合來當作控制變數 (Control Variate) 選擇權，以減少奇異式選擇權 (Exotic Option) 價格估計值的標準誤。作者建議採用 Derman et al. (1995) 的靜態複製 (Static Hedging) 法來尋找邊界條件相近的控制變數選擇權投資組合，數值分析的結果顯示好的控制變數選擇權可以有效地降低定價的標準誤。

此外，傳統上認為蒙地卡羅模擬法不適合評價有提前執行 (Early Exercise) 權的美式選擇權，但隨著國外文獻的進步，這樣的觀念漸漸被打破，張森林與何振文 (2002) 進一步延伸 Barraquand and Martineau (1995) and Raymar and Zwecher (1997) 的蒙地卡羅模擬法來計算美式選擇權的價格[12]，藉由修正上述兩篇文章在處理持有價值 (Holding Values) 的偏誤，張森林與何振文 (2002) 的美式選擇權估計值更加精確，此外，張森林與何振文 (2002) 也更進一步如何運用它們的方法來評價美式障礙選擇權、向後看選擇權及亞式選擇權等。

林忠機、張傳章、俞明德與黃一仁 (2006) 探討台灣企業發行的海外可轉換公司債的定價，這些海外可轉債通常都附有：轉換、贖回、賣回、轉換價格重設等多項隱含選擇權，因此其評價必須同時考慮：股價、本國利率、國外利率、匯率、信用風險貼水等多個隨機變數，作者利用蒙地卡羅模擬法以有效且正確地處理具有多因子、路徑相依及美式（提前轉換）等複雜特性的定價問題。實證分析顯示本研究的模型可有效評價台灣企業所發行的海外可轉債。

Szu, Lin, Ji, and Jao (2013) 改善 Longstaff and Schwartz (2001) 提出的最小平方蒙地卡羅法 (Least Squares Monte Carlo; LSMC)，作者針對持有價值提出較合理的迴歸式，數值結果顯示，在單資產的美式選擇權定價上，本文的方法較 Choi and Song (2008) 的 LSMC 法快 10% 到 14%，在評價多資產的美式選擇權方面，也比 Anderson and Broadie (2004) 方法的計算時間減少 90% 以上，因此整體而言 Szu et al. (2013) 的方法在改善 LSMC 上確實做出貢獻。

（三）其他計算方法

在許多複雜的模型下，雖然許多文章號稱推導出簡單的解析解，但在實際計算上常常仍然牽涉到如特徵函數 (Characteristic Functions) 的積分，因此文獻上提出一些方法來加速計算速率。

12 Barraquand and Martineau (1995) 將資產價格之狀態空間予以分隔，並觀察每條路徑在不同區域間移動的機率，再以類似二項式的方式回推加以求解。Raymar and Zwecher (1997) 則修正上述模型，將資產價格之狀態空間分隔成兩個維度以提高估計值的準確性。

臺灣期貨學術期刊資料庫

涂登才與劉祥熹 (2012) 利用 Carr and Madan (1999) 建議的快速傅立葉轉換技術來計算跳躍擴散、隨機波動及混合模型下選擇權的價格，藉由快速傅立葉轉換可使得選擇權價格函數為一平方可積函數，在積分交換位置後可簡化選擇權價格之計算。加速計算的最大優點是可進行複雜模型下選擇權市場的實證研究，例如：涂登才與劉祥熹 (2012) 即利用上述模型針對臺指選擇權進行實證分析。

王明隆與蕭義龍 (2006) 探討離散式兩資產障礙選擇權 (Discrete Two-asset Barrier Option) 之評價，由於離散式檢查 (Discrete Monitoring) 會導致選擇權價格 (i.e., Partial Differential Equation (PDE) 之解析解) 在各離散檢查點呈現不連續之狀態，因此作者將 PDE 在各離散檢查點之初始條件重新定義，並推導出遞迴積分式以有效地求得離散式兩資產障礙選擇權的價格。

此外，部分金融商品或保險年金常隱含最低收益保證等類似選擇權性質的條款，由於最低收益保證可能影響投資決策，因此這類型選擇權的價值很難抽離出來計算，必須採用特殊的方法來處理分析。例如：周國端與吳志遠 (2005) 探討國民年金的最低收益保證對於國民年金基金最適資產配置決策的影響，作者採用的求解方法是線性隨機規劃法 (Linear Stochastic Programming)，以求得各期之資產配置金額的最佳解。此外，李志偉、張銘仁、黃憲彰與羅烈明 (2009) 在考慮風險偏好及閉鎖期、resetting、reloading 等三種特性下，採用動態規劃法來評價員工股票選擇權。

國內文獻也有一些採用非傳統財務方法來評價（或計算）選擇權價格，例如：陳安斌與張志良 (2001) 運用基因演算法自動演化之類神經網路來對選擇權進行評價與避險；施東河與王勝助 (2001) 亦使用類神經網路建立認購權證評價模式，作者以影響權證價格的五項因子作為輸入變數，分別以倒傳遞網路 (Back Propagation Network) 與半徑式函數網路 (Radial Basis Function Network) 建立評價模式，並藉差異分析找出可改善學習績效之變數；Hsieh, Fang, and Goo (2009) 也是採用類神經網路來對台股指數買權 (TAIEX call option) 進行評價；黃永成 (2011) 使用灰色關聯分析 (Grey Relational Analysis) 法尋找 Black and Scholes 模型之外足以影響選擇權價格的因素，然後再透過模糊數之運算將實數變數轉為模糊數，做為模糊連續遺傳演算法的輸入與輸出變數，以尋找更精確的選擇權評價方法；Jiang, Liu, Feng, and Lai (2012) 則在考慮信用風險及流動性風險下，採用模糊集合理論 (Fuzzy Set Theory) 來定價歐式選擇權，作者推導出選擇權價格之上限及下限的解析近似公式。這類的研究方法欠缺無套利的重要精神，而且無法解釋風險與報酬間的關係，因此較不為主流財務學者或期刊所接受。

參、衍生性金融商品避險與套利策略

避險與套利為衍生性金融商品主要功能，在避險方面，由於任何交易均存在風險，如價格變動風險、利率風險、匯率風險或通貨膨脹風險等。為了降低這些伴隨著交易

臺灣上市櫃學術期刊資料庫

或投資而來的風險，各類使用衍生性金融商品作為避險之工具便陸續因應而生，如遠期契約、期貨、選擇權、交換契約等。但不同的衍生性金融商品之避險策略大相逕庭，期貨由於評價模型較為固定與單一，因此較少涉獵模型的選擇。選擇權由於其評價的模型有相當的出入，因此其探討避險的研究大多會與不同的評價模型相關連。所以本文將相關文獻分成兩大類別詳談，第一部分為遠期及期貨避險策略，第二部分為選擇權避險策略。另外，不同衍生性金融商品的價格之間或是衍生性金融商品與標的資產的價格會存在一定的關係，如果兩者的關係因交易、市場限制、資訊傳遞等因素而發生失衡現象，便存在套利機會。套利機會往往需要相關的訂價模型來偵測是否有失衡現象，由於套利行為大多牽涉到跨市場或跨商品間的交易與買賣，因此在第三部分將完整探討國內對衍生性商品套利行為的探討。

一、遠期及期貨避險策略

欲有效運用期貨或遠期契約來規避風險性資產組合價值變動所帶來的風險，並藉由如何估計最適避險比率以獲得最佳的避險效果，是研究避險策略的主要課題。而標的物若有不同，則要規避的風險亦有不同，基本上國內期貨市場以股票指數期貨為大宗，故先探討股票指數期貨避險研究，接著探討外幣期貨避險，最後則探討實體商品期貨避險。

（一）股票指數期貨

對於避險部位的決定，在股票指數期貨市場避險策略上，楊明晶與賴奕全 (2008) 以各種指數期貨契約為研究樣本，分別在極大化預期效用與極小化投資組合風險的目標函數下，對不同風險趨避程度之投資者，以各種動態避險模型及傳統靜態避險模型，探討避險期間內不同計量方法的避險績效之差異。結果發現不論風險趨避程度為何，均以誤差修正 GJR-EC-GARCH 模型的避險績效為最佳。但張簡彰程、林楚雄與趙婉辛 (2012) 認為指數加權移動平均估計式 (Exponentially Weighted Moving Average; EWMA) 相對於單（雙）變量 GARCH 族模型，具有簡單容易操作的優點。作者以四種股價指數期貨為實證研究的對象，實證結果顯示 Bias-corrected EWMA 模型有較佳的避險績效。

李沃牆與柯星妤 (2014) 以金磚五國的現貨與期貨為研究資料，實證結果發現，除了中國 CSI 300 指數外，其它四國在樣本內及樣本外的績效評估檢定下，均以動態 Copula GJR-GARCH 模型的避險績效較其他模型為佳。

雖然有這麼多的方法得以找出最適避險比率，但使用在不同類型的股票甚至不同國家之股票指數皆可能有不同的最適避險比率模型，所以張巧宜、賴靖宜與莊益源 (2013) 首次以組合式預測概念引入期貨避險模型，將簡單迴歸模型與多變量 GARCH 家族進行組合。其原理為，給定多個單一模型個別適當的權重，對此多個模型進行加

臺灣大學圖書期刊資料庫

權平均而得到新的組合預測值，以結合各種不同模型之隱含資訊，進而提高預測的正確性。該研究探討五項新興市場指數期貨之最適避險比率，作為投資人操作期貨避險之參考依據。實證分析結果發現，整體而言皆以組合式避險模型最佳。

除了以相同標的物之現貨與期貨避險之外，亦可使用不同標的物之現貨與期貨進行交叉避險策略，李享泰與柯冠成 (2010) 應用狀態轉換一般化正交 GARCH 模型 (Regime Switching Generalized Orthogonal GARCH model; RSGO-GARCH) 檢驗台灣股價指數期貨對八大產業指數的交叉避險績效。實證結果顯示，動態避險策略較靜態避險有較佳的績效且狀態相依的 RSGO-GARCH 模型顯著優於狀態獨立的 GO-GARCH 模型。

也有學者針對避險比率估算之議題進行研究，王健聰 (2006) 探討投資人持有以台幣計價摩根台指現貨投資組合，如果分別採用台幣計價的 TAIFEX 台股指數期貨以及採用美元計價 SGX-DT 摩根台股指數期貨以進行避險時，何種期貨避險工具有較佳避險效益。結果指出，GARCH (1,1) 法避險效益則略優於 OLS (Ordinary Least Square) 法與 ECM (Error Correction Model) 法，以及台幣計價的摩根台股現貨組合以美元計價 SGX-DT 摩根台股指數期貨進行避險之避險效益優於以台幣計價的 TAIFEX 台股指數期貨之避險效益。王健聰 (2011) 亦採用 Wang and Low (2003) 所推導出的納入匯率風險考量之最小變異數避險比率，以評估投資人持有以台幣計價摩根台指現貨投資組合，實證發現在報酬分配具高狹峰特性較為明顯的亞洲金融危機期間，多變量 GARCH 模式與冪次方 (Power)EWMA 估計式相較於 MA (Moving Average) 與 EWMA 估計式，所估計出的避險組合的變異數有較大的降幅，並且總預期效用也有明顯較大的增幅。

有些研究則考慮到地理位置之關係，Hung, Pan, and Huang (2011) 主要探討地理距離與期貨避險績效的關係，探討不同地理區域的日經 225 期貨在避險績效上表現是否會有差異。實證結果顯示芝加哥商業交易所的避險績效表現是最差的，由於芝加哥商業交易所得地理位置相對新加坡交易所以及大阪證券交易所是距離日經 225 現貨指數最遠的一個交易所，因此發現，地理距離的確會影響期貨避績效。

（二）外幣期貨

外匯風險管理乃是多國籍企業形成其國際投資組合時之重要決策，如何降低匯率變動所可能帶來的風險，便是一重要研究課題。楊明晶、董澍琦與劉孟宜 (2010) 以現代投資組合風險與報酬避險模型、擴展式平均吉尼避險模型及傳統極小化變異數避險模型，來分析國際性外匯期貨對新台幣即期匯率之最適避險比率與避險效益。實證結果顯示在極小化變異數避險模型及擴展式平均吉尼係數避險模型下，以模型估計之最適避險比率所得之避險績效大都優於單純避險比率所得的避險效益。

而匯率期貨避險大多僅侷限於雙資產避險，雙資產以上避險的研究相對較少，其

臺灣博碩士論文知識加值系統

主要原因為當維度太高會造成參數過多難以收斂的問題。故李享泰、康義鑫與柯冠成 (2011) 透過傳統 OLS、BEKK-GARCH 與 ICA-GARCH 等模型，對五種匯率日報酬資料進行不同期間的避險績效比較，實證結果發現 ICA-GARCH 在維度降階及估測簡化，還有避險績效上的優點在三資產或多資產更加明顯。

（三）實體商品期貨

期貨避險最早發軔自農產品上，因為農產品市場的價格存在高度不確定性，主要原因之一是來自於供給的不穩定性，而這是由於受到氣候因素的影響，所以很難在事先完全正確預測農產品的產量以及其對應收益。巫春洲、劉炳麟與楊奕農 (2009) 探討農產品（玉米、大豆、大豆油和小麥）與軟性商品（可可、咖啡、棉花和糖）期貨契約的避險策略。發現考慮資產報酬數列條件異質變異 (GARCH) 和資產間動態關係的避險策略，可以有效改善農產品與軟性商品樣本外的避險績效。

有些研究則針對能源或金屬原料進行探討，李享泰與彭智煒 (2010) 以原油、熱燃油、汽油及丙烷等能源現貨期貨進行避險研究探討，實證結果發現考慮不對稱基差之馬可夫狀態轉換時變相關係數 GARCH 模型可改善避險績效。而蘇恩德 (2013) 研究鎳進口商原料價格與匯率風險的規避問題，使用三個避險模型配合三種避險策略與三類避險組合進行探討，結果以門檻 M-GARCH (1,1) 模型績效較佳。

臺灣期貨交易所之十年期公債期貨契約容許實物交割，但自上市以來交易量即不如預期，因此引發實物交割與現金結算孰優孰劣的討論。葉仕國、林丙輝與陳嘉蘭 (2011) 研究即從避險績效的觀點，探討臺灣十年期公債期貨契約是否合適採取現金交割的方式。根據實證結果發現，平均而言，雖然現金交割之避險效率較佳以及避險成本較低，但必須面臨基差波動性稍微增加的問題。

二、選擇權避險策略

選擇權避險策略之議題包括探討 Delta-gamma 中立避險策略是否適當？以及實務是否要納入「風險值」作為避險之考量。由於不同選擇權之評價方法及避險策略亦有所不同，故本文依認購權證、股票選擇權及奇異式選擇權分別探討避險策略的相關研究。

（一）認購權證避險策略

認購權證是類似選擇權買權的衍生性商品，台灣從民國 86 年 8 月開始發行，施東河與王勝助 (2001) 以類神經網路為基礎架構發展出一個選擇權評價模式，目的在於建立台股認購權證之評價模式及各項避險係數計算。陳安斌與張志良 (2001) 也以類神經網路為基礎之模型針對台灣已到期之十五檔認購權證，發現不論在評價上之解釋能力與誤差程度，或在避險上之風險暴露與獲利均優於 Black and Scholes 模型。

莊忠柱 (2004) 則以 Nonlinear GARCH (NGARCH) 推導出 NGARCH 組合型權證定價模型，並與陳松男與鄭翔尹 (2000) 的組合型權證定價模型做比較，實證結果發現

臺灣大學圖書館博碩士論文

NGARCH 組合型權證定價模型與組合型權證定價模型皆比 Black and Scholes 模型的理論價格顯著接近於組合型權證實際交易價格。此外，NGARCH 組合型權證定價模型在動態 delta 中立避險績效的表現，也優於其他組合型權證定價模型。

（二）股票選擇權避險策略

在台股選擇權避險策略研究上，周恆志等 (2007) 以 Gram-Charlier GARCH 選擇權演算法配適於臺指選擇權的市場資料，並與 Black and Scholes 模型比較，發現 Gram-Charlier GARCH 選擇權演算法評價績效顯著較佳，但動態 delta 中立避險績效測試結果顯示 Black and Scholes 模型優於 Gram-Charlier GARCH 選擇權演算法。但其文章提到 GARCH 模型對於描述股價指數波動性的過程仍有不足，故涂登才、劉祥熹與林丙輝 (2012) 嘗試利用 Merton (1976) 跳躍擴散模型、Heston (1993) 隨機波動模型及 Bates (1996) 跳躍擴散與隨機波動之混合模型等三種修正模型，以進行臺指選擇權評價，並建構運用於不同商品下之選擇權避險策略。此研究於現貨商品避險方面，臺指價內買權或賣權避險策略運用以 delta 中立避險效果較佳；股價波動幅度較大之價平及價外選擇權則以採用 Delta-gamma 中立避險策略較為合適。

（三）奇異式選擇權避險策略

儘管選擇權之評價方法不斷改進，但並不是所有選擇權的避險策略都適用較新發展的選擇權商品，例如張傳章與劉明滄 (2000) 認為對具有高 gamma 及 delta jump 特質之障礙選擇權而言，動態避險可能造成過高的避險成本，故作者將 Cox et al. (1979) 處理現金股利之二項式選擇權定價模型加以修正，和 Derman et al. (1995) 之靜態避險方法相結合，應用到歐式及美式障礙選擇權避險之上來達到較佳的避險結果。

而李賢源與劉柏宏 (2003) 則以重設選擇權作為探討的對象，由於重設選擇權也是一種奇異式選擇權，它提供投資者權證價格下跌風險的保護，在國內是一很受歡迎之商品。作者評價重設選擇權的方式係依財務工程最基本的拆解方式進行，將其拆解成界限選擇權的組合來評價，也解決重設選擇權易遭遇 delta jump、negative delta 的難題。

三、衍生性金融商品之套利

由於股票市場的交易成本相對於期貨與選擇權市場來的高，再加上有較多的融券賣出限制，例如平盤之下禁止融券賣出或融券保證金成數提高等交易限制，且在空頭時期有流動性嚴重不足等問題，都會加重股票市場和期貨與選擇權市場間套利活動的困難度，並延遲市場錯誤定價調整至理論價格的速度，那麼市場會較缺乏套利效率。因此，本文先探討交易環境限制是如何影響市場上的套利機會與套利交易的進行。其次，由於股票市場的交易限制較多，所以實務上較常進行期貨市場與選擇權市場間或選擇權市場內的套利交易。因此，本文亦探討市場間與跨市場之套利效率相關研究，以及當出現錯誤定價時，不同市場間市價調整至理論價格的速度，並探討資訊傳遞的

臺灣土地銀行股份有限公司

效率性。另外，尚有許多學者提出對於套利行為的其他相關議題，例如套利時點的選擇與到期日效應的套利行為。

（一）交易環境限制對套利的影響

王健聰與許溪南 (2002) 提出完美假設下的持有成本模型是無法有效解釋股價指數期貨持續出現逆價差的現象，因此作者以不完美假設下的指數期貨定價理論，探討完美性相對較高的 S&P 500 股價指數期貨和完美性相對較低的台股指數現貨和期貨的定價效率，而實證結果發現，市場的不完美性 (Imperfectness) 會影響股價期貨的定價效率。黃柏凱、張元晨與臧大年 (2004) 分析影響台股指數期貨定價誤差的因素，研究結果顯示，實施縮小跌幅限制措施與禁止平盤以下融券賣出會增加期貨價格誤差的幅度，使期貨市場變得不效率。

王健聰 (2006) 以摩根台股指數期貨為研究對象，並運用事後套利分析、事前套利分析以及套利利潤變動量迴歸分析等方法，檢測股市多、空頭時期與指數套利的關係，以及檢視融券賣空限制對於指數套利的影響，結果發現，市場不完美性較大的空頭時期，套利困難度較高，會出現較大的偏低定價。陳煒朋、吳壽山與洪慧妤 (2010) 探討套利限制對於台灣加權股價指數現貨、期貨與選擇權市場間相對價格效率性的影響，並以買賣權平價理論和期貨買賣權平價理論關係式所計算出之定價誤差進行迴歸分析，結果發現，放空限制條件與選擇權流動性分別是影響兩平價理論關係式出現偏離的主要因素。然而王健聰與闕河士 (2006) 探討股價波動度和市場不完美性是否在決定台指期貨的價格上扮演重要的角色，而不完美性包括流動性問題與融券賣空限制等，研究結果發現，當市場流動性不足，也就是期貨交易量偏低時，期貨的價格會有較大的誤差，而考慮融券賣空限制後，對於價格誤差率的影響並沒有得到正向的結果，此結論有異於其他學者的觀點。可能原因為有能力的套利者已經持有現貨，不需要先進行融券來進行套利，因此受限於融券賣空限制的影響較低，但在空頭時期的價格誤差率卻呈現正向相關，表示在市場不完美性較大時，有較高價格誤差率。

綜上所述，已經有許多學者的研究針對市場上存在的交易環境限制對套利效率的影響，其實證結果大致相同。當市場存在許多交易限制時，例如：交易成本、平盤以下禁止融券賣空、提高保證金成數，流動性不足等問題，皆會對市場上的套利行為有顯著的負面影響，亦即交易限制越高，套利效率越差，使得金融商品的實際價格調整至合理價格的速度越慢。尤其當市場處於空頭時期時，市場的不完美性更大，價格調整的速度相對於多頭時其實來的慢。因此，空頭時期的套利機會較多且套利利潤較大。此外，市場流動性嚴重不足也是造成此時期套利效率不佳的原因。

臺灣大學學術期刊資料庫

（二）不同市場間之套利行為與資訊傳遞效率

林允永與謝文良 (2007) 分析大、小型台灣加權股價指數期貨的錯價與套利機會，實證發現兩者相對定價具有極小幅度的事後 (Ex-post) 定價誤差和相當不確定的事前 (Ex-ante) 套利利潤，並發現在市場開盤時段，會有較多套利機會。且套利機會深受資訊相關變數的影響，包括期貨波動性、成交量、未平倉量等變數。該研究發現兩市場對於資訊反應的同步性是影響錯價幅度與套利機會的重要原因之一。柏婉貞與黃柏農 (2009) 使用多變量門檻自我迴歸模型 (MVTAR) 說明臺股指數期貨與現貨價格交互動態關係，重新審視在不同交易成本之下，臺股日內指數期貨與現貨的套利行為及價格發現功能。研究結果顯示股價指數期貨與現貨市場之間存在一種非線性關係。

古永嘉與曾銘宗 (2013) 認為在進行跨市場套利行為時，市場間的價差是套利者觀察重點，並且考量政府政策關於期貨交易稅的調整對於市場是否會產生實質影響，並以台指期貨與台指選擇權作為跨市場套利的標的，研究結果發現，期貨交易稅的調整對市場結構有顯著影響。周恆志與杜玉振 (2005) 使用數個無套利關係式來檢測台指選擇權的套利效率，其檢測結果發現，選擇權市場與股票市場間的套利效率較差，與期貨市場間的套利效率較佳，且選擇權市場對資訊的反應領先股票市場。同年，詹錦宏與施介人 (2005) 亦提出相關研究，作者以向量自我迴歸模型、Granger 因果關係及預測誤差變異分解模式，來探討台灣加權股價指數現貨、期貨及選擇權價格之關連性，實證結果顯示，在資訊傳遞效率上，台指期貨領先台指現貨，而台指選擇權亦領先台指現貨，也就是相對於現貨與期貨市場，台指選擇權在價格調整的速度較快，選擇權市場較具效率性。

（三）其他套利之相關研究

余尚武與黃雅蘭 (2003) 提出套利與平倉時點的選擇，是在套利的過程中，與套利報酬相關的最關鍵因素。因此，作者在套利機會的選擇上加入預測模型，來評估台股期貨適當的套利時點，其研究發現，以預測模型來評估套利時點比不使用預測模型的套利報酬來的高。其中，又以灰色馬可夫模型 (Grey-Markov model) 作為預測工具的套利報酬最高，因此使用預測方法的套利行為較具效率性。

闕河士與楊德源 (2005) 以日內每分鐘的交易資料來檢驗指數期貨到期結算對台灣股市的影響，實證結果發現，期貨定價偏離程度與現貨股市結算時段報酬率無顯著關係，這表示套利交易可能不是造成台灣股市到期日效應的主因。而黃玉娟、詹淑慧與陳則學 (2012) 探討新加坡國際交易所掛牌的摩根台股期貨契約到期時，台灣股票市場上所產生到期日效應的原因。研究發現，套利並非造成到期日效應的主要原因，而是由市場上的未平倉量和負買賣單不平衡所導致。其結果顯示，操縱者在期貨契約到期前大量留倉，並在結算價格的決定時點，以單向下大單來影響股價，以獲取操縱利益。此外，作者研究亦發現，人為操縱的主要投資人為外資。

臺灣大學圖書館開放典藏

肆、展望與結論

一、衍生性金融商品定價研究方面

由於國內外文獻已經有非常多的文章推導衍生性金融商品的定價公式或數值方法，因此要在這個研究方向做出具體貢獻的困難度越來越高，然而展望未來，仍有部分空間具有潛在學術貢獻的研究方向。本文列舉可能的方向如下列所示：

（一）結合或運用其他領域的方法到衍生性商品的定價

近幾年發表在傑出國際期刊的衍生性商品定價研究，大多是巧妙結合或運用數學、統計或工程上的方法到解決定價問題，例如：美式選擇權的定價方法已經很多，但 Zhang and Li (2010) 將量子力學的微擾法 (Perturbation Method) 運用於美式選擇權的定價而發表於優質的國際學術期刊。又例如 Chung and Shih (2009) 及 Chung, Shih, and Tsai (2013a, 2013b) 將靜態複製的方法運用於一般美式選擇權及美式奇異式選擇權的定價，這個方法的基本精神是源自於偏微分方程求解的基本定理：相同的偏微分方程若有相同的邊界條件，則其邊界內的解必定相同，所以上述作者提出複製方法來滿足所有的邊界條件，由於方法上相對創新，因此較容易被國際學術期刊接受。

（二）較新且重要衍生性商品的定價

探討較新且成交量成長快速的衍生性金融商品定價也容易獲得青睞，例如：近年來最受注目的波動性衍生性金融商品 (Volatility Derivatives, e.g., VIX Futures and Options) 和信用衍生性金融商品，仍有不少探討這類產品定價的文章發表在好的國際期刊。同樣地，如果是國內較新且成交量成長快速的衍生性金融商品，其定價或避險也較有機會被國內 TSSCI 期刊所接受，例如：最近幾年在香港及台灣快速發展的牛證（下限型認購權證）及熊證（上限型認購權證），即是值得研究的衍生性金融商品。

（三）複雜或最適模型下的衍生性商品定價

在複雜模型下進行衍生性金融商品的定價與實證研究也是可行的方向，尤其是部分標的資產（如：氣溫、地震、颶風等）的最適模型尚未有定論，因此結合理論與實證的研究來探索這些衍生性金融商品的定價仍有發展的空間。以氣候衍生性金融商品的定價而言，尤其值得注意的是全球氣候暖化及變遷的影響，一個好的氣候模型必須能將上述因素納入考量。若以國內迫切需求的角度而言，根據劍橋大學風險研究中心 (Centre for Risk Studies, University of Cambridge) 的研究，台北市名列全世界最危險的城市，今後 10 年內因事故和自然災害導致的經濟損失規模預計為 1812 億美元[13]，其中最大的三項風險因子依序為風災、地震和市場崩盤 (Market Crash)，因此風災和地震相關的衍生性金融商品的定價與實證研究尤其值得國內學者重視。

13 請參見 http://www.lloyds.com/cityriskindex/locations/fact_sheet/taipei。

臺灣大學學術期刊資料庫

二、衍生性金融商品避險與套利研究方面

隨著衍生性金融商品避險與套利策略發展日臻成熟，相關的運用研究也因而日益廣泛，展望未來，有不少題目具有潛在學術貢獻的研究方向，本文列舉可能的方向如下列所示：

（一）期貨避險研究

在期貨避險研究方面，近年來國外較新的發展在於援用新的目標函數捨棄舊有的最小變異數目標函數或新的數量方法來計算最適避險比率，例如：Barbi and Romagnoli (2014) 應用創新的風險衡量方式如 quantile risk measures，結合新的目標函數如 VaR 及 expected shortfall 搭配 copula functions 來衡量最適避險比率。Chang, Chang, and Wen (2014) 則使用 doubly stochastic jump diffusion 隨機過程計算颶風期貨之最適避險比率。有些研究則使用新發展的衍生性商品來探討不同的避險效果，例如：Simon and Campasano (2014) 則援用新近流行的 VIX 期貨作為相關商品之避險工具，探討是否能取代原有的期貨商品而能夠有較好的避險效果。

（二）選擇權避險研究

在選擇權避險方面，國外的研究則開始嘗試不同的 delta hedging 衡量方式，探討不同的模型是否有較佳的避險效果。例如：Maclean, Zhao, and Ziemba (2013) 基於傳統標準的 delta hedging 沒有考慮到交易成本，因此乃以加入內生性波動度因子所計算出的 delta 進行避險，而內生性波動度是由交易成本及履約價 (Strike Prices) 所建構而成。Alexander, Rubinov, Kalepky, and Leontsinis (2012) 則改用 Regime-dependent Smile-adjusted deltas 作為避險策略的基礎，再與傳統的 delta 避險策略做比較。結果發現新方法之避險效果佳。

（三）套利研究

至於在套利研究方面，國外近期的研究則著重以新的市場來探討是否存在套利空間，基於信用違約交換市場近年在國際金融市場成長相當迅速，因此衍生不少與套利相關的研究。例如：Nashikkar, Subrahmanyam, and Mahanti (2011) 探討 CDS 與債券間的套利，發現流動性可解釋 CDS 與債券間存在價差的現象。Kapadia and Pu (2012) 則探討股票與 CDS 之間是否存在套利機會。

有些國外套利的研究則探討是否有新的套利策略，例如：Hao, Kalay, and Mayhew (2010) 探討股票在除息日選擇權的交易狀況，例如：買權的標的股票通常在發股息前，買權就會被執行，因為發股利會使股價向下修正，影響選擇權的價值，所以在除息前買方會執行權力將買權轉換成股票，以獲取股利收入，而研究發現，市場上的買權沒有被執行，有很顯著的未平倉量存在，這時就產生套利機會。綜合以上國外較新發展的避險或套利研究，國內學者應可以在相對應的議題上探索國內的衍生性商品是否也有可供發展的研究空間。

臺灣大學學術期刊資訊庫

三、展望

總結而言，國內在衍生性金融商品的定價、避險與套利等相關的研究方面，已經有許多優良的研究成果，展望未來，除了在上述研究議題或方向繼續努力外，也期望對於國內金融產業整體的創新及技術能力做出貢獻。過去國內金融業仍然是側重在銷售賺取小額佣金，真正能創造大額利潤的產品組合及創新反而較少著墨，例如在金融海嘯前，國內的銀行所銷售的結構債大多是代銷國外投資銀行（例如：雷曼兄弟(Lehman Brothers)）所發行的結構債 (Structured Notes)，商品的設計不見得符合國內投資人的需求，而且也無法為國內投資人把關，殊為可惜。近期主管機關也鼓勵金融業創新[14]，除了金融主管機關及業者的努力外，以台灣學術界目前在衍生性金融商品的研究能量而言，可以朝金融產品的設計、拆解、避險及套利等方面做出具體貢獻。

臺灣大學學術期刊資料庫

14 例如：前金管會主委曾銘宗先生將 2015 年訂為金融創新元年。

Review and Prospects of Taiwan Derivatives Research: Pricing, Hedging, and Arbitrage

Bing-Huei Lin, Professor, Department of Finance, National Chung Hsing University
San-Lin Chung, Professor, Department of Finance, National Taiwan University
Shih-Kuo Yeh, Professor, Department of Finance, National Chung Hsing University

1. Introduction

Ever since the introduction of covered call warrants in the Taiwan Stock Exchange (TWSE) in 1997, the derivatives market in Taiwan has grown quite rapidly. For example, the number of warrants issued and listed in TWSE increased from 12 in 1998 to 15,527 in 2011. In response to this financial market development, derivatives research in Taiwan has also progressed very well. Many academic journal articles related to the derivatives market have been published after 1993.[15] To summarize the contributions of prior studies, this paper reviews the existing literature on the pricing and hedging of derivatives in Taiwan. We focus on articles published in 16 TSSCI journals after the year 2000.

We first review the achievements of Taiwanese scholars' studies of derivatives pricing. Our analyses are classified in terms of (1) the underlying assets studied, (2) the types of financial derivatives, (3) the pricing models adopted, and (4) the pricing methods employed. We then review studies in Taiwan on hedging and arbitrage. The literature concerning hedging studies is divided into two categories: futures and options. In addition, arbitrage studies cover topics such as Intra-market and Inter-market arbitrage strategies and information transmission efficiency. Finally, in the last section we conclude our paper and provide suggestions and directions for future research.

2. Review of the Derivatives Pricing Literature in Taiwan

There are many derivatives pricing articles published in TSSCI journals since 2000. The contributions of these papers are analyzed in four directions. First, we list studies in Taiwan on the underlying assets and their corresponding derivatives as follows:

Equity derivatives: the Seller-initiated American option pricing model and optimal exercise boundary of American options.

15 As suggested by an anonymous referee, Chen and Lee (1993) present probably the first academic paper related to option pricing in Taiwan.

臺灣大學學術期刊資料庫

1. Interest rate derivatives: the pricing of High-yield notes; the valuation of general types of interest rate swaps; the pricing of interest rate cap agreements; the determination of interest rate swaps (IRS) spreads; the pricing of Taiwan's treasury bond futures with quality options; the valuation of quanto interest rate exchange options; pricing the average interest rate call options; valuing quanto average interest rate options in a lognormal interest rate market model; and the valuation of Asian interest rate options within the BGM model.
2. Currency and Cross-currency derivatives: the valuation of equity swaps and swaptions; pricing quanto Forward-start Asian options; and the valuation of quanto derivatives under the Bi-variate GARCH model.
3. Credit derivatives: the valuation of covered warrants under default risk; pricing credit default swaps (CDS) under counterparty risk; the valuation of European vulnerable options; and the prediction of default risk using the barrier option valuation approach.
4. Weather derivatives: pricing weather derivatives in an incomplete market; the valuation of catastrophe futures call options, catastrophe PCS call spreads, and catastrophe bonds in Markov jump diffusion models; the valuation of hurricane derivatives in a warming environment; and the pricing of precipitation options.
5. Others: the valuation of Mortgage-backed securities (MBS) under prepayment risk and default risk; the valuation of a participating policy containing a surrender option; pricing variable life insurance; pricing the option embedded in a defined benefit pension plan; the valuation of rate of return guarantees under a defined contribution pension plan; pricing deposit insurance under regulatory forbearance; and the valuation of survivor swaps.

We next review the types of derivatives priced in Taiwan as follows:

1. Forward and futures: the pricing of currency futures under an incomplete market; the derivation of intertemporal futures pricing formulae; the determination of initial margins of futures contracts; and the pricing of agricultural futures.
2. Path-dependent derivatives: pricing barrier options under the stochastic volatility model; the pricing and static hedging of barrier options and lookback options; the valuation of American average strike options using the binomial tree method; pricing Asian options under the geometric compound Poisson process.
3. Design and the block building of exotic derivatives: the design and pricing of American discrete barrier options with a stochastic rebate; the design of rebate options; the design and pricing of reset options; and the decomposition of convertible bond asset swaps.

臺灣大學學術期刊資料庫

We then turn to a review of the derivatives pricing models used in Taiwan. Beyond the classic Black-Scholes model, the models applied by Taiwanese scholars include: constant elasticity of variance model, jump diffusion model, variance gamma model, stochastic volatility model, GARCH model, Markov jump diffusion model, Levy model, and GARCH-Levy model.

Finally, the pricing methods used in Taiwan derivates research are discussed. Aside from the derivations of analytical form solutions, the numerical methods utilized in Taiwan are listed as follows.

1. Lattice approach: the general CRR binomial model; the Bi-variate tree method for approximating equity and interest rate processes; building a binomial tree for the LIBOR market model, the forward price lattice model for pricing quanto options under stochastic interest rates; constructing the Edgeworth GARCH binomial tree; and building the implied volatility tree.
2. Monte Carlo simulation method: variance reduction techniques for Monte Carlo simulations; pricing American options and Euro-convertible bonds using the Monte Carlo simulation method; and pricing American options using the least squares Monte Carlo simulations.
3. Others: using the fast Fourier transform method for option pricing; the valuation of barrier options with the recursive integral method; pricing employee stock options using the dynamic programing method; pricing options with the genetic adaptive neural network approach; the valuation of options using the grey relational analysis; and pricing European option using the fuzzy set theory.

3. Review of Derivatives Hedging and Arbitrage Literature in Taiwan

As more and more derivative products are being employed to hedge risks among different financial transactions, relevant studies about derivatives hedging have exhibited fast growth over the past years. We divide the related literature into two categories.

1. Forward and futures hedging: the main research topics in this aspect focus on how to calculate the optimal hedging ratios in order to obtain the best hedging effectiveness. We then conduct a literature survey according to different underlying assets such as index futures, currency futures, and physical goods futures.
2. Options hedging: there are many research topics concerning options hedging. We select some popular topics included in the literature survey, like warrants hedging, stock options hedging, and exotic options hedging.

臺灣大學管理學術期刊資料庫

We also conduct a literature survey regarding derivatives arbitrage. Arbitrage opportunities result from mispricing between different derivatives or between derivatives and their underlying assets. In this study we initially survey the related literature about the transaction limits that have significant impacts on arbitrage. Relevant studies reveal that regulations on transaction cost, short sale restriction, margin limitation, and liquidity sufficiency have significant impacts on derivatives arbitrage. We then collect the related studies concerning Intra-market and Inter-market arbitrage strategies. Some related articles indicate that information variables, government policy, and information transmission efficiency strongly influence how arbitrage opportunities are generated. Finally, we survey studies that investigate some special topics of arbitrage, such as whether or not arbitrage timing, contract maturity effect, and settlement effect have an impact on arbitrage trading.

4. Conclusion and Suggestions for Future Research

By surveying many papers regarding derivatives pricing, hedging, and arbitrage in Taiwan, we find superior academic accomplishments have been generated in these issues, but there is still room for improvement, and other avenues are open for future research direction. Concerning derivatives pricing, potential topics for future research could be using Inter-disciplinary methodologies to solve derivatives pricing problems, pricing newly developed and important derivatives such as volatility derivatives, and pricing complicated contracts like weather or catastrophic derivatives. For derivatives hedging and arbitrage, some topics are also promising, like using new methodologies to measure optimal hedge ratios or delta hedging indicators, investigating new arbitrage opportunities for new products, and how to improve hedge effectiveness by introducing new derivative contracts.

Looking to the future, financial innovations are indispensable and essential for trading and investment success in the financial industry. Hence, we hope that future domestic studies in these fields can make more contributions to innovations for Taiwan's financial industry in addition to those promising research topics described above.

臺灣大學學術期刊資料庫

參考文獻

王明隆與蕭義龍，2006，以 PDE 評價離散式兩資產障礙選擇權，***財務金融學刊***，14 卷 3 期：1-33。doi: 10.6545/JFS.2006.14(3).1 (Wang, Ming-Long, and Hsiao, Yi- Long. 2006. A PDE approach to value the discrete two-asset barrier option. ***Journal of Financial Studies***, 14 (3): 1-33. doi: 10.6545/JFS.2006.14(3).1)

王昭文、張嘉倩與陳彥伶，2006，考慮雙方交易對手違約風險、標的資產違約風險與市場風險交互影響下信用違約交換之評價，***財務金融學刊***，14 卷 3 期：69-110。doi: 10.6545/JFS.2006.14(3).3 (Wang, Chou-Wen, Chang, Chia-Chien, and Chen, Yan-Ling. 2006. Pricing credit default swaps with the intersection of bilateral counterparties, reference, and market risks. ***Journal of Financial Studies***, 14 (3): 69-110. doi: 10.6545/JFS.2006.14(3).3)

王健聰，2006，市場不完美性與指數套利關係之研究，***管理與系統***，13 卷 4 期：441-469。(Wang, Jan-Chung. 2006. The relation between market imperfections and index arbitrage. ***Journal of Management & Systems***, 13 (4): 441-469.)

_____，2011，考慮匯率風險與高狹峰分配之最小變異數避險比率估計－新加坡摩根台股指數期貨之驗證，***證券市場發展季刊***，23 卷 4 期：111-142。doi: 10.6529/RSFM.2011.23(4).4 (Wang, Jan-Chung. 2011. Estimation of minimum variance hedge ratio incorporating exchange rate risk and leptokurtic distribution: Evidence from the SGX MSCI Taiwan Index Futures. ***Review of Securities and Futures Markets***, 23 (4): 111-142. doi: 10.6529/RSFM.2011.23(4).4)

王健聰與許溪南，2002，市場不完美度與股價指數期貨定價關係的一些理論假說與實證，***經濟研究***，38 卷 2 期：133-163。(Wang, Jan-Chung, and Hsu, Hsi-Nan. 2002. Some theoretical hypotheses and empirical tests about the relationship between degree of market imperfection and pricing of stock index futures. ***Taipei Economic Inquiry***, 38 (2): 133-163.)

王健聰與闕河士，2006，股價波動性、融券賣空限制與定價績效－SGX-DT 摩根台股與 TAIFEX 台股指數期貨之實證，***交大管理學報***，26 卷 2 期：91-122。(Wang, Jan-Chung, and Chueh, Horace. 2006. Stock price volatility, short sales restrictions, and price performance: Evidence from SGX-DT futures and TAIFEX futures. ***Chiao Da Mangement Review***, 26 (2): 91-122.)

王銘杰與徐守德，2001，跨通貨股酬交換及交換選擇權之評價，***管理評論***，20 卷 1 期：1-34。(Wang, Ming-Chieh, and Shyu, So-De. 2001. The pricing of cross-currency equity swaps and swaptions. ***Management Review***, 20 (1): 1-34.)

王儷玲、楊曉文、黃泓智與李永琮，2007，勞退新制下個人帳戶與年金保險制最適轉

臺灣博碩士學術期刊資料庫

換時點與轉換價值分析，***財務金融學刊***，15 卷 1 期：1-30。doi: 10.6545/JFS.2007.15(1).1 (Wang, Jennifer L., Yang, Sharon S., Huang, Hong-Chih., and Lee, Yung-Tsung. 2007. Analysis of switch option under new labor pension plan. ***Journal of Financial Studies***, 15 (1): 1-30. doi: 10.6545/JFS.2007.15(1).1)

古永嘉與曾銘宗，2013，期貨交易稅調整對指數期貨及選擇權間價差行為之研究，***企業管理學報***，98 期：1-24。(Goo, Yeong-Jia, and Tseng, Ming-Chung. 2013. A study of the impact of adjustments in the futures transactions tax on the spreads behavior on the index futures and index options. ***Journal of Business Administration***, 98: 1-24.)

余尚武與黃雅蘭，2003，台灣股價指數期貨套利之研究：類神經網路與灰色理論之應用，***電子商務學報***，5 卷 2 期：87-115。doi: 10.6188/JEB.2003.5(2).05 (Yu, Shang-Wu, and Huang, Ya-Lan. 2003. An application of neural network and grey theory on Taiwan Stock Index Futures arbitrage. ***Journal of E-Business***, 5 (2): 87-115. doi: 10.6188/JEB.2003.5(2).05)

吳仰哲、廖四郎與林士貴，2010，Lévy 與 GARCH-Lévy 過程之選擇權評價與實證分析：台灣加權股價指數選擇權為例，***管理與系統***，17 卷 1 期：49-74。(Wu, Yang-Che, Liao, Szu-Lang, and Lin, Shih-Kuei. 2010. Option pricing under Lévy processes and GARCH-Lévy processes: An empirical analysis on TAIEX Index Options. ***Journal of Management & Systems***, 17 (1): 49-74.)

巫春洲、劉炳麟與楊奕農，2009，農產品期貨動態避險策略的評價，***農業與經濟***，42 期：39-62。doi: 10.6181/agec.2009.42.02 (Wu, Chun-Chou, Liu, Nathan, and Yang, Yi-Nung. 2009. Evaluating the performance of dynamic hedging strategies in commodity futures markets. ***Agriculture and Economics***, 42: 39-62. doi: 10.6181/agec.2009.42.02)

李志偉、張銘仁、黃憲彰與羅烈明，2009，以動態規劃法評價員工股票選擇權，***期貨與選擇權學刊***，2 卷 1 期：99-116。(Lee, Chih-Wei, Chang, Min-Jen, Huang, Shian-Chang, and Luo, Lieh-Ming. 2009. Evaluation of employee stock options using dynamic programming. ***Journal of Futures and Options***, 2 (1): 99-116.)

李沃牆與柯星妤，2014，金磚五國之期貨避險績效－動態 Copula-GJR-GARCH 模型應用，***期貨與選擇權學刊***，7 卷 1 期：1-36。(Lee, Wo-Chiang, and Ke, Hsing-Yu. 2014. The hedging performance for BRICS futures–Applying the dynamic Copula-GJR-GARCH model. ***Journal of Futures and Options***, 7 (1): 1-36.)

李享泰與柯冠成，2010，台灣股價指數期貨的交叉避險績效，***期貨與選擇權學刊***，3 卷 1 期：47-88。(Lee, Hsiang-Tai, and Ko, Kuan-Cheng. 2010. Cross hedging

臺灣大學學術期刊資料庫

effectiveness of Taiwan Stock Index Futures. ***Journal of Futures and Options***, 3 (1): 47-88.)

李享泰、康義鑫與柯冠成，2011，ICA-GARCH 模型在動態期貨避險的應用，***管理學報***，28 卷 2 期：171-189。doi: 10.6504/JOM.2011.28.02.04 (Lee, Hsiang-Tai, Kang, Yi-Shin, and Ko, Kuan-Cheng. 2011. An ICA-GARCH model for dynamic futures hedging. ***Journal of Management***, 28 (2): 171-189. doi: 10.6504/JOM.2011.28.02.04)

李享泰與彭智煒，2010，使用考慮正負不對稱基差效果之馬可夫狀態轉換時變相關係數 GARCH 模型進行能源期貨避險，***管理學報***，27 卷 5 期：479-501。doi: 10.6504/JOM.2010.27.05.04 (Lee, Hsiang-Tai, and Peng, Chih-Wei. 2010. A Markov regime switching time varying correlation GARCH model with asymmetric basis effect for energy futures hedging. ***Journal of Management***, 27 (5): 479-501. doi: 10.6504/JOM.2010.27.05.04)

李賢源、朱香蕙與許嘉玲，2006，利率交換之利差期間結構模型－吻合殖利率曲線與分析解，***管理與系統***，13 卷 4 期：415-440。(Lee, Shyan-Yuan, Chu, Hsiang-Hui, and Hsu, Chia-Ling. 2006. Term structure of interest rate swap spreads–Consistent with the market yield curve and analytical solution. ***Journal of Management & Systems***, 13 (4): 415-440.)

李賢源、陳兆維、林信宏與謝承熹，2007，不同利率模型、不同標的利率之利率選擇權評價差異分析，***證券市場發展季刊***，19 卷 1 期：47-90。(Lee, Shyan-Yuan, Chen, Vincent, Lin, Shin-Hung, and Hsieh, Cheng-Hsi. 2007. Pricing analysis of interest rate options with different underlyings in alternative term structure models. ***Review of Securities and Futures Markets***, 19 (1): 47-90.)

李賢源與劉柏宏，2003，重設選擇權的評價、Delta 問題與避險設計：以台灣為例，***證券市場發展季刊***，15 卷 2 期：31-61。(Lee, Shyan-Yuan, and Liu, Wisely. 2003. Pricing, delta issues and hedging design on reset options: The case of Taiwan. ***Review of Securities and Futures Markets***, 15 (2): 31-61.)

周恆志，2009，障礙選擇權違約風險模型之績效與應用，***管理學報***，26 卷 3 期：275-289。doi: 10.6504/JOM.2009.26.03.03 (Chou, Heng-Chih. 2009. Performance and application of the default risk model based on barrier option framework. ***Journal of Management***, 26 (3): 275-289. doi: 10.6504/JOM.2009.26.03.03)

周恆志與巫春洲，2006，Edgeworth Garch 選擇權演算法的實證應用，***證券市場發展季刊***，17 卷 4 期：155-190。doi: 10.6529/RSFM.2005.17(4).5 (Chou, Heng-Chih, and Wu, Chun-Chou. 2006. An empirical study of Edgeworth GARCH option

臺灣大學學術期刊資料庫

pricing algorithm. ***Review of Securities and Futures Markets***, 17 (4): 155-190. doi: 10.6529/RSFM.2005.17(4).5)

周恆志與杜玉振，2005，臺指選擇權市場之套利效率，***管理與系統***，12 卷 3 期：1-26。(Chou, Heng-Chih, and Tu, Yu-Chen. 2005. Arbitrage efficiency tests of the TAIEX index option market. ***Journal of Management & Systems***, 12 (3): 1-26.)

周恆志、陳達新與巫春洲，2007，Gram-Charlier GARCH 選擇權演算法的評價與避險績效，***管理與系統***，14 卷 1 期：95-119。(Chou, Heng-Chih, Chen, Dar-Hsin, and Wu, Chun-Chou. 2007. Valuation and hedging performance of Gram-Charlier GARCH option pricing algorithm. ***Journal of Management & Systems***, 14 (1): 95-119.)

周國端與吳志遠，2005，最低收益保證對於國民年金基金之資產配置的影響：隨機線性規劃方法之應用，***臺大管理論叢***，16 卷 1 期：67-92。doi: 10.6226/NTURM 2005.16.1.67 (Jou, David G., and Wu, Chih-Yuan. 2005. The effects of minimal return rate guarantee on asset allocation of national pension fund: The application of linear stochastic programming. ***NTU Management Review***, 16 (1): 67-92. doi: 10.6226/NTURM2005.16.1.67)

周麗娟、陳勝源與楊朝成，2003，考量信用風險下備兌型認購權證之評價，***臺大管理論叢***，14 卷 1 期：263-289。doi: 10.6226/NTURM2003.14.1.263 (Chou, Li-Chuan, Chen, Shen-Yuan, and Yang, Chau-Chen. 2003. Valuation of covered warrant with credit risk. ***NTU Management Review***, 14 (1): 263-289. doi: 10.6226/NTURM 2003.14.1.263)

林士貴、張智凱與廖四郎，2008，可解約分紅保單之遞迴評價公式，***財務金融學刊***，16 卷 3 期：107-147。doi: 10.6545/JFS.2008.16(3).4 (Lin, Shih-Kuei, Chang, Chih-Kai, and Liao, Szu-Lang. 2008. A recursive formula of a participating contract embedding a surrender option. ***Journal of Financial Studies***, 16 (3): 107-147. doi: 10.6545/JFS.2008.16(3).4)

林允永與謝文良，2007，小型指數期貨：低摩擦市場中的資訊衝擊、相對定價與套利機會，***財務金融學刊***，15 卷 1 期：103-134。doi: 10.6545/JFS.2007.15(1).4 (Lin, Yun-Yung, and Hsieh, Wen-Liang. 2007. Mini index futures: Information impacts, relative pricing, and arbitrage opportunities in the least frictional markets. ***Journal of Financial Studies***, 15 (1): 103-134. doi: 10.6545/JFS.2007.15(1).4)

林忠機、張傳章、俞明德與黃一仁，2006，具有隱含選擇權之海外可轉換公司債評價分析，***財務金融學刊***，14 卷 3 期：35-68。doi: 10.6545/JFS.2006.14(3).2 (Lin, Chung-Gee, Chang, Chung-Chang, Yu, Min-Teh, and Huang, Yi-Jen. 2006.

臺灣大學圖書館期刊資料庫

Valuation of Euro-convertible bonds with embedded options. ***Journal of Financial Studies***, 14 (3): 35-68. doi: 10.6545/JFS.2006.14(3).2)

施東河與王勝助，2001，認購權證評價模式與避險部位之研究－混合式智慧型系統的應用，***資訊管理學報***，7 卷 2 期：123-142。(Shih, Dong-Her, and Wan, Shen-Juh. 2001. A study of applying hybrid intelligent systems in the warrant pricing model and hedging scheme. ***Journal of Information Management***, 7 (2): 123-142.)

柏婉貞與黃柏農，2009，臺股日內指數期貨與現貨市場價格發現與套利行為－多變量門檻自我迴歸模型之應用，***證券市場發展季刊***，21 卷 2 期：35-67。(Po, Wan-Chen, and Huang, Bwo-Nung. 2009. Price discovery and arbitrage between Taiwan intraday stock index futures and spot market–An application of multivariate threshold models. ***Review of Securities and Futures Markets***, 21 (2): 35-67.)

涂登才與劉祥熹，2012，跳躍擴散與隨機波動模型下台指選擇權之評價－快速傅立葉轉換之應用，***管理與系統***，19 卷 2 期：201-230。(Tu, Teng-Tsai, and Liu, Hsiang-Hsi. 2012. Jump diffusion and stochastic volatility pricing models of TAIEX index options: An application of fast Fourier transform. ***Journal of Management & Systems***, 19 (2): 201-230.)

涂登才、劉祥熹與林丙輝，2012，跳躍－發散與隨機波動模型之衍生性商品最適避險策略－快速傅立葉轉換之應用，***證券市場發展季刊***，24 卷 4 期：187-224。doi: 10.6529/RSFM.2012.24(4).6 (Tu, Teng-Tsai, Liu, Hsiang-Hsi, and Lin, Bing-Huei. 2012. Optimal option hedging strategy with fast Fourier transform in jump diffusion and stochastic volatility models. ***Review of Securities and Futures Markets***, 24 (4): 187-224. doi: 10.6529/RSFM.2012.24(4).6)

高國勛，2012，雨量衍生性商品的評價，***期貨與選擇權學刊***，5 卷 1 期：101-128。(Gao, Guo-Xun. 2012. Pricing of precipitation derivatives. ***Journal of Futures and Options***, 5 (1): 101-128.)

張巧宜、賴靖宜與莊益源，2013，期貨最適組合避險模型:新興市場為例，***管理與系統***，20 卷 2 期：355-383。(Chang, Chiao-Yi, Lai, Jing-Yi, and Chuang, I-Yuan. 2013. Optimal composite futures hedging models: An application to the emerging markets. ***Journal of Management & Systems***, 20 (2): 355-383.)

張森林、石百達、李存修與施宗佐，2009，臺股指數期貨保證金估計模型及結構比之研究，***期貨與選擇權學刊***，2 卷 2 期：108-138。(Chung, San-Lin, Shih, Pai-Ta, Lee, Tsun-Siou, and Shih, Tsung-Tzuo. 2009. On the methodologies of margin

臺灣大學圖書館期刊資料庫

setting the ratios among initial, maintenance and clearing margins–The case of TAIFEX Stock Index Futures. ***Journal of Futures and Options***, 2 (2): 108-138.)

張森林、石百達與葉宗穎，2008，具單調與平滑收斂特性的二項樹選擇權定價模型分析，***期貨與選擇權學刊***，1 卷 2 期：47-72。(Chung, San-Lin, Shih, Pai-Ta, and Yeh, Chung-Ying. 2008. Binomial option pricing models with monotonic and smooth convergence property. ***Journal of Futures and Options***, 1 (2): 47-72.)

張森林與何振文，2002，蒙地卡羅模擬法在美式選擇權評價之應用，***財務金融學刊***，10 卷 3 期：33-61。doi: 10.6545/JFS.2002.10(3).2 (Chung, San-Lin, and Ho, Chen-Wen. 2002. Pricing American options using Monte Carlo simulation. ***Journal of Financial Studies***, 10 (3): 33-61. doi: 10.6545/JFS.2002.10(3).2)

張傳章、張森林與許博翔，2000， 隨機波動性下障礙選擇權之評價分析，***中國財務學刊***，8 卷 3 期：41-77。doi: 10.6545/JoFS.2000.8(3).2 (Chang, Chuang-Chang, Chung, San-Lin, and Sheu, Bor-Shayang. 2000. Pricing barrier options under stochastic volatility. ***Journal of Financial Studies***, 8 (3): 41-77. doi: 10.6545/JoFS.2000.8(3).2)

張傳章、張森林與廖志峰，2000，平均式價格選擇權定價理論與實例分析，***證券市場發展季刊***，11 卷 4 期：23-56。(Chang, Chuang-Chang, Chung, San-Lin, and Liao, Tze-Fong. 2000. Pricing Asian-style options: Theory and application. ***Review of Securities and Futures Markets***, 11 (4): 23-56.)

張傳章與劉明滄，2000，靜態避險：以障礙選擇權及向後看選擇權為例，***證券市場發展季刊***，12 卷 1 期：71-108。(Chang, Chuang-Chang, and Liu, Min-Chuan. 2000. Static hedge: The case of barrier options and lookback options. ***Review of Securities and Futures Markets***, 12 (1): 71-108.)

張簡彰程、林楚雄與趙婉辛，2012，期貨最適避險比率之估計－ Bias-corrected EWMA 法，***經濟研究***，48 卷 2 期：225-252。(Chang Chien, Chang-Cheng, Lin, Chu-Hsiung, and Chao, Wan-Hsin. 2012. Estimation of optimal hedge ratio for stock index futures: Bias-corrected EWMA method. ***Taipei Economic Inquiry***, 48 (2): 225-252.)

莊忠柱，2004，NGARCH 組合型權證定價模型的評價與避險績效，***管理與系統***，11 卷 3 期：323-337。(Chuang, Chung-Chu. 2004. On the valuation and hedging performances of NGARCH basket options pricing model. ***Journal of Management & Systems***, 11 (3): 323-337.)

許溪南與黃清滿，2001，不完全市場下外匯期貨之定價－理論與實證，***經濟研究***，37 卷 1 期：31-67。(Hsu, Hsi-Nan, and Huang, Ching-Mann. 2001. The pricing

臺灣大學圖書館期刊資料庫

model of currency futures in imperfect markets–Theory and empirical evidence. ***Taipei Economic Inquiry***, 37 (1): 31-67.)

陳安斌與張志良，2001，基因演算法自動演化之類神經網路在選擇權評價及避險之研究：分析與實證，***資訊管理學報***，7 卷 2 期：63-80。(Chen, An-Pin, and Chang, Camus. 2001. A genetic adaptive neural network approach to options pricing and hedging: Analysis and evidence. ***Journal of Information Management***, 7 (2): 63-80.)

陳松男與姜一銘，2004，匯率連動遠期生效亞洲選擇權，***經濟論文***，32 卷 1 期：149-199。(Chen, Son-Nan, and Jiang, I-Ming. 2004. Quanto Forward-Start Asian options. ***Academia Economic Papers***, 32 (1): 149-199.)

陳松男與鄭翔尹，2000，組合型權證的正確評價及避險方法，***證券市場發展季刊***，11 卷 4 期：1-22。(Chen, Son-Nan, and Cheng, Shyang-Yin. 2000. On the pricing and hedging of an European basket option. ***Review of Securities and Futures Markets***, 11 (4): 1-22.)

陳芬苓與張森林，2006，附加年金制的遠期契約價值及政策意涵分析，***證券市場發展季刊***，18 卷 1 期：1-30。doi: 10.6529/RSFM.2006.18(1).1 (Chen, Fen-Ling, and Chung, San-Lin. 2006. The forward contract values and policy implications of the Supplementary Annuity System. ***Review of Securities and Futures Markets***, 18 (1): 1-30. doi: 10.6529/RSFM.2006.18(1).1)

陳煒朋、吳壽山與洪慧妤，2010，選擇權價格效率性、放空限制與雜訊交易者風險，***期貨與選擇權學刊***，3 卷 1 期：1-31。(Chen, Wei-Peng, Wu, Sou-shan, and Hung, Hui-Yu. 2010. Pricing efficiency, short sales restrictions, and noise trader risk: Evidence from the TAIEX Options. ***Journal of Futures and Options***, 3 (1): 1-31.)

黃永成，2011，結合灰關聯分析之模糊連續遺傳演算法對選擇權之評價，***資訊管理學報***，18 卷 1 期：133-153。(Huang, Yung-Cheng. 2011. Option pricing using fuzzy continuous genetic algorithm via grey relational analysis. ***Journal of Information Management***, 18 (1): 133-153.)

黃玉娟、詹淑慧與陳則學，2012，新加坡摩根台股期貨到期日效應之因素探討：套利或操縱？，***管理與系統***，19 卷 4 期：761-782。(Huang, Yu-Chuan, Chan, Shu-Hui, and Chen, Tse-Hsueh. 2012. Expiration-day effect of SGX MSCI Taiwan Index Futures: Arbitrage or manipulation?. ***Journal of Management & Systems***, 19 (4): 761-782.)

黃柏凱、張元晨與臧大年，2004，影響股價指數期貨定價誤差因素之研究－以臺股期

臺灣大學學術期刊資料庫

貨為例，***證券市場發展季刊***，16 卷 2 期：81-114。(Huang, Po-Kai, Chang, Yuan-Chen, and Tzang, Dah-Nein. 2004. The determinants of mispricing of index futures contracts: The case of Taiwan Stock Index Futures. ***Review of Securities and Futures Markets***, 16 (2): 81-114.)

楊明晶、董澍琦與劉孟宜，2010，外匯風險管理－外匯期貨及遠期外匯契約之避險效益分析，***證券市場發展季刊***，22 卷 3 期：105-136。doi: 10.6529/RSFM.2010.22(3).4 (Yang, Ming-Jing, Doong, Shuh-Chyi, and Liu, Meng-Yi. 2010. Foreign exchange risk management–Analysis of the hedging effectiveness of the currency futures and currency forwards. ***Review of Securities and Futures Markets***, 22 (3): 105-136. doi: 10.6529/RSFM.2010.22(3).4)

楊明晶與賴奕全，2008，以各種模型及避險策略研究股價指數期貨之避險效益，***期貨與選擇權學刊***，1 卷 1 期：117-150。(Yang, Ming-Jing, and Lai, Yi-Chuan. 2008. The hedging effectiveness of stock index futures for alternative models and hedging strategies. ***Journal of Futures and Options***, 1 (1): 117-150.)

葉仕國、林丙輝與陳嘉蘭，2011，臺灣公債期貨實物交割與現金交割在避險績效之比較研究，***證券市場發展季刊***，23 卷 4 期：143-181。doi: 10.6529/RSFM.2011.23(4).5 (Yeh, Shih-Kuo, Lin, Bing-Huei, and Chen, Cha-Lan. 2011. The hedging performance of Taiwan Government Bond Futures: Physical delivery vs. cash settlement. ***Review of Securities and Futures Markets***, 23 (4): 143-181. doi: 10.6529/RSFM.2011.23(4).5)

葉仕國、林丙輝與葉煥文，2007，臺灣公債期貨及隱含品質選擇權之評價，***證券市場發展季刊***，19 卷 3 期：117-162。(Yeh, Shih-Kuo, Lin, Bing-Huei, and Yeh, Huan-Wen. 2007. Valuing Taiwanese Bond Futures and the embedded quality option. ***Review of Securities and Futures Markets***, 19 (3): 117-162.)

詹錦宏與施介人，2005，台股指數現貨、期貨與選擇權價格發現之研究，***台灣金融財務季刊***，6 卷 1 期：31-51。(Chan, Chin-Horng, and Shih, Chieh-Jen. 2005. Price discovery in Taiwan Stock Index derivatives markets. ***Taiwan Banking & Finance Quarterly***, 6 (1): 31-51.)

廖咸興、張森林、陳仁遶、楊太樂與廖堃宇，2007，房貸基礎證券評價與風險值－風險中立評價法與均衡評價法之比較，***財務金融學刊***，15 卷 2 期：1-42。doi: 10.6545/JFS.2007.15(2).1 (Liao, Hsien-Hsing, Chung, San-Lin, Chen, Ren-Raw, Yan, Ty-Ler, and Liao, Kun-Yu. 2007. Valuation and value-at-risk of mortgage-backed securities–Risk neutral pricing and equilibrium pricing. ***Journal of Financial Studies***, 15 (2): 1-42. doi: 10.6545/JFS.2007.15(2).1)

臺灣大學學術期刊資料庫

劉裕宏、姜一銘、王明隆與封之遠，2012，在資訊不精確環境下評價具違約性質之選擇權，***證券市場發展季刊***，24 卷 3 期：183-228。doi: 10.6529/RSFM.2012.24(3).6 (Liu, Yu-Hong, Jiang, I-Ming, Wang, Ming-Long, and Feng, Zhi-Yuan. 2012. Defaultable options under imprecise information. ***Review of Securities and Futures Markets***, 24 (3): 183-228. doi: 10.6529/RSFM.2012.24(3).6)

潘璟靜、李賢源與吳土城，2002，歐式保本型選擇權之設計與定價，***財務金融學刊***，10 卷 2 期：79-124。doi: 10.6545/JFS.2002.10(2).4 (Pan, Ging-Ging, Lee, Shyan-Yuan, and Wu, Tu-Cheng. 2002. The design and pricing of European rebate option. ***Journal of Financial Studies***, 10 (2): 79-124. doi: 10.6545/JFS.2002.10(2).4)

蔡明憲、徐守德、廖四郎與許溪南，2000，美式選擇權的定價－隱含相信模型及美國 S&P 100 指數選擇權的應用，***中國財務學刊***，8 卷 1 期：33-66。doi: 10.6545/JoFS.2000.8(1).2 (Tsai, Ming-Shann, Shyu, So-De, Liao, Szu-Lang, and Hsu, Hsi-Nan. 2000. Pricing of the American option–An implied belief model and its application to American S&P 100 index option. ***Journal of Financial Studies***, 8 (1): 33-66. doi: 10.6545/JoFS.2000.8(1).2)

戴天時、鍾惠民與何俊儒，2009，以 LMM 利率模型評價利率衍生性商品：結合節點二項樹方法，***臺大管理論叢***，20 卷 1 期：41-68。doi: 10.6226/NTURM2009.20.1.41 (Dai, Tian-Shyr, Chung, Hui-Min, and Ho, Chun-Ju. 2009. Using the LIBOR market model to price the interest rate derivatives: A recombining binomial tree methodology. ***NTU Management Review***, 20 (1): 41-68. doi: 10.6226/NTURM2009.20.1.41)

戴孟宜，2012，目標區與農產品價格之穩定：農產品現貨與期貨模型，***農業經濟叢刊***，18 卷 1 期：31-81。doi: 10.6196/TAER.2012.18.1.2 (Tai, Meng-Yi. 2012. Target zones and stabilization of commodity prices: Agricultural spot and futures prices. ***Taiwanese Agricultural Economic Review***, 18 (1): 31-81. doi: 10.6196/TAER.2012.18.1.2)

謝承熹與李賢源，2004，Heath-Jarrow-Morton 架構下一般化利率交換契約的評價與避險，***證券市場發展季刊***，16 卷 1 期：97-121。(Hsieh, Cheng-Hsi, and Lee, Shyan-Yuan. 2004. Pricing and hedging the general type of interest rate swap under Heath-Jarrow-Morton model. ***Review of Securities and Futures Markets***, 16 (1): 97-121.)

闕河士與楊德源，2005，股價指數期貨到期日效應之實證：以台灣股票市場為例，***財務金融學刊***，13 卷 2 期：71-95。doi: 10.6545/JFS.2005.13(2).3 (Chueh, Horace, and Yang, Der-Yuan. 2005. Expiration-day effects of index futures: Some

臺灣大學圖書館期刊資料庫

empirical evidence from Taiwan stock market. ***Journal of Financial Studies***, 13 (2): 71-95. doi: 10.6545/JFS.2005.13(2).3)

蘇恩德，2013，以 ECM、M-GARCH、門檻 M-GARCH 評估鎳金屬商品期貨契約與 NTD/USD 遠匯避險績效，***證券市場發展季刊***，25 卷 3 期：173-220。doi: 10.6529/RSFM.2013.25(3).5 (Su, En-Der. 2013. Evaluating the hedging performance of nickel futures and NTD/USD currency forwards by ECM, M-GARCH, and threshold M-GARCH. ***Review of Securities and Futures Markets***, 25 (3): 173-220. doi: 10.6529/RSFM.2013.25(3).5)

Alexander, C., Rubinov, A., Kalepky, M., and Leontsinis, S. 2012. Regime- dependent smile-adjusted delta hedging. ***Journal of Futures Markets***, 32 (3): 203-229. doi: 10.1002/fut.20517

Amin, K. I. 1991. On the computation of continuous time option prices using discrete approximations. ***Journal of Financial and Quantitative Analysis***, 26 (4): 477-495. doi: 10.2307/2331407

Amin, K. I., and Bodurtha, J. N. 1995. Discrete-time valuation of American options with stochastic interest rates. ***Review of Financial Studies***, 8 (1): 193-234. doi: 10.1093/rfs/8.1.193

Amin, K. I., and Jarrow, R. A. 1991. Pricing foreign currency options under stochastic interest rates. ***Journal of International Money and Finance***, 10 (3): 310-329. doi: 10.1016/0261-5606(91)90013-A

Andersen, L., and Broadie, M. 2004. Primal-dual simulation algorithm for pricing multidimensional American options. ***Management Science***, 50 (9): 1222-1234. doi: 10.1287/mnsc.1040.0258

Barbi, M., and Romagnoli, S. 2014. A copula-based quantile risk measure approach to estimate the optimal hedge ratio. ***Journal of Futures Markets***, 34 (7): 658-675. doi: 10.1002/fut.21617

Barraquand, J., and Martineau, D. 1995. Numerical valuation of high dimensional multivariate American securities. ***Journal of Financial and Quantitative Analysis***, 30 (3): 383-405. doi: 10.2307/2331347

Bates, D. S. 1996. Jumps and stochastic volatility: Exchange rate processes implicit in deutsche mark options. ***Review of Financial Studies***, 9 (1): 69-107. doi: 10.1093/rfs/9.1.69

Bond, G. E. 1984. The effects of supply and interest rate shocks in commodity futures markets. ***American Journal of Agricultural Economics***, 66 (3): 294-301. doi:

臺灣大學學術期刊資料庫

10.2307/1240796

Boyle, P. P., and Tian, Y. S. 1999. Pricing lookback and barrier options under the CEV process. ***Journal of Financial and Quantitative Analysis***, 34 (2): 241-264. doi: 10.2307/2676280

Brace, A., Gatarek, D., and Musiela, M. 1997. The market model of interest rate dynamics. ***Mathematical Finance***, 7 (2): 127-155. doi: 10.1111/1467-9965.00028

Broadie, M., and Detemple, J. 1996. American option valuation: New bounds, approximations, and a comparison of existing methods. ***Review of Financial Studies***, 9 (4): 1211-1250. doi: 10.1093/rfs/9.4.1211

Byun, S. J. 2005. Properties of the integral equation arising in the valuation of American options. ***Asia Pacific Management Review***, 10 (5): 315-320. doi: 10.6126/APMR.2005.10.5.04

Carr, P., Ellis, K., and Gupta, V. 1998. Static hedging of exotic options. ***Journal of Finance***, 53 (3): 1165-1190. doi: 10.1111/0022-1082.00048

Carr, P., Jarrow, R., and Myneni, R. 1992. Alternative characterizations of American put options. ***Mathematical Finance***, 2 (2): 87-106. doi: 10.1111/j.1467-9965.1992.tb00040.x

Carr, P., and Madan, D. B. 1999. Option valuation using the fast Fourier transform. ***Journal of Computational Finance***, 2 (4): 61-73. doi: 10.21314/JCF.1999.043

Carr, P., and Wu, L. 2004. Time-changed Lévy processes and option pricing. ***Journal of Financial Economics***, 71 (1): 113-141. doi: 10.1016/S0304-405X(03)00171-5

Chalasani, P., Jha, S., and Varikooty, A. 1998. Accurate approximations for European-style Asian options. ***Journal of Computational Finance***, 1 (4): 11-30. doi: 10.21314/JCF.1998.017

Chance, D. M., and Rich, D. R. 1998. The pricing of equity swaps and swaptions. ***Journal of Derivatives***, 5 (4): 19-31. doi: 10.3905/jod.1998.408004

Chang, C. C., Chen, C. C., and Tsay, M. H. 2010. Pricing survivor swaps with mortality jumps and default risk. ***Academia Economic Papers***, 38 (2): 119-156.

Chang, C. C., Ho, H. W., Ho, R. J., and Cheng, W. C. 2013. The valuation of employee reload options with stochastic interest rates. ***Journal of Financial Studies***, 21 (3): 29-62. doi: 10.6545/JFS.2013.21(3).2

Chang, C. W., and Chang, J. S. K. 2012. Hurricane derivatives: Valuation in a warming environment. ***Journal of Financial Studies***, 20 (2): 1-17. doi: 10.6545/JFS.2012.20(2).1

臺灣大學學術期刊資料庫

Chang, C. W., Chang, J. S. K., and Lim, K. G. 1998. Information-time option pricing: Theory and empirical evidence. ***Journal of Financial Economics***, 48 (2): 211-242. doi: 10.1016/S0304-405X(98)00009-9

Chang, C. W., Chang, J. S. K., and Wen, M. M. 2014. Optimum hurricane futures hedge in a warming environment: A risk-return jump-diffusion approach. ***Journal of Risk and Insurance***, 81 (1): 199-217. doi: 10.1111/j.1539-6975.2012.01492.x

Chang, C. W., Chang, J. S. K., and Yu, M. T. 1996. Pricing catastrophe insurance futures call spreads: A randomized operational time approach. ***Journal of Risk and Insurance***, 63 (4): 599-617. doi: 10.2307/253473

Chen, R. R., and Lee, C. F. 1993. A constant elasticity of variance (CEV) family of stock price distributions in option pricing: Review and integration. ***Journal of Financial Studies***, 1 (1): 29-51. doi: 10.6545/JoFS.1993.1(1).2

Chen, R. R., Liao, H. H., and Yang, T. 2004. ***An equilibrium mortgage pricing model.*** Working paper, Rutgers University, New Brunswick, NJ.

Choi, Y., and Song, J. 2008. An improved approach for valuing American options and their greeks by least-squares Monte Carlo simulation. ***Asia-Pacific Journal of Financial Studies***, 37 (2): 217-244.

Chung, S. L., and Chang, H. C. 2007. Generalized analytical upper bounds for American option prices. ***Journal of Financial and Quantitative Analysis***, 42 (1): 209-227. doi: 10.1017/S0022109000002258

Chung, S. L., Chu, C. M., Lee, H. H., and Yeh, C. Y. 2011. Applying control variate technique to the Monte Carlo simulation of option prices. ***Journal of Futures and Options***, 4 (1): 35-68.

Chung, S. L., Hung, M. W., and Wang, J. Y. 2010. Tight bounds on American option prices. ***Journal of Banking & Finance***, 34 (1): 77-89. doi: 10.1016/j.jbankfin.2009.07.004

Chung, S. L., Lai, H. W., Lin, S. Y., and Shyy, G. 2004. CB asset swaps and CB options: Structure and pricing. ***Academia Economic Papers***, 32 (1): 23-51.

Chung, S. L., and Shih, P. T. 2007. Generalized Cox-Ross-Rubinstein binomial models. ***Management Science***, 53 (3): 508-520. doi: 10.1287/mnsc.1060.0652

_____. 2009. Static hedging and pricing American options. ***Journal of Banking & Finance***, 33 (11): 2140-2149. doi: 10.1016/j.jbankfin.2009.05.016

Chung, S. L., Shih, P. T., and Tsai, W. C. 2013a. Static hedging and pricing American knock-in put options. ***Journal of Banking & Finance***, 37 (1): 191-205. doi:

臺灣大學圖書館期刊資料庫

10.1016/j.jbankfin.2012.08.019

_____. 2013b. Static hedging and pricing American knock-out options. ***Journal of Derivatives***, 20 (4): 23-48. doi: 10.3905/jod.2013.20.4.023

Cox, J. C., Ingersoll, J. E., and Ross, S. A. 1985a. An intertemporal general equilibrium model of asset prices. ***Econometrica***, 53 (2): 363-384. doi: 10.2307/1911241

_____. 1985b. A theory of the term structure of interest rates. ***Econometrica***, 53 (2): 385-407. doi: 10.2307/1911242

Cox, J. C., Ross, S. A., and Rubinstein, M. 1979. Option pricing: A simplified approach. ***Journal of Financial Economics***, 7 (3): 229-263. doi: 10.1016/0304-405X(79)90015-1

Cox, S. H., Lin, Y., and Wang, S. 2006. Multivariate exponential tilting and pricing implications for mortality securitization. ***Journal of Risk and Insurance***, 73 (4): 719-736. doi: 10.1111/j.1539-6975.2006.00196.x

Cummins, J. D., and Geman, H. 1995. Pricing catastrophe insurance futures and call spreads: An arbitrage approach. ***Journal of Fixed Income***, 4 (4): 46-57. doi: 10.3905/jfi.1995.408128

Derman, E., Ergener, D., and Kani, I. 1995. Static options replication. ***Journal of Derivatives***, 2 (4): 78-95. doi: 10.3905/jod.1995.407927

Duan, J. C. 1994. Maximum likelihood estimation using price data of the derivative contract. ***Mathematical Finance***, 4 (2): 155-167. doi: 10.1111/j.1467-9965.1994.tb00055.x

_____. 1995. The GARCH option pricing model. ***Mathematical Finance***, 5 (1): 13-32. doi: 10.1111/j.1467-9965.1995.tb00099.x

_____. 2000. Correction: Maximum likelihood estimation using price data of the derivative contract (Mathematical Finance 1994, 4/2, 155-167). ***Mathematical Finance***, 10 (4): 461-462. doi: 10.1111/1467-9965.00105

Duan, J. C., Gauthier, G., Sasseville, C., and Simonato, J. G. 2003. Approximating American option prices in the GARCH framework. ***Journal of Futures Markets***, 23 (10): 915-929. doi: 10.1002/fut.10096

Duan, J. C., Gauthier, G., and Simonato, J. G. 1999. An analytical approximation for the GARCH option picing model. ***Journal of Computational Finance***, 2 (4): 75-116. doi: 10.21314/JCF.1999.033

Follmer, H., and Schweizer, M. 1991. Hedging of contingent claims under incomplete information. In Davis, M. H. A., and Elliott, R. J. (Eds.), ***Applied Stochastic Analysis***: 389-414. New York, NY: Gordon and Breach.

臺灣大學學術期刊資料庫

Frankel, J. A. 1986. Expectations and commodity price dynamics: The overshooting model. ***American Journal of Agricultural Economics***, 68 (2): 344-348. doi: 10.2307/1241436

Geman, H., and Yor, M. 1997. Stochastic time changes in catastrophe option pricing. ***Insurance: Mathematics and Economics***, 21 (3): 185-193. doi: 10.1016/S0167-6687(97)00017-6

Gerber, H. U. 1988. Mathematical fun with the compound binomial process. ***ASTIN Bulletin***, 18 (2): 161-168. doi: 10.2143/AST.18.2.2014949

Grinblatt, M. 2001. An analytical solution for interest rate swap spreads. ***International Review of Finance***, 2 (3): 113-149. doi: 10.1111/1468-2443.00022

Hao, J., Kalay, A., and Mayhew, S. 2010. Ex-dividend arbitrage in option markets. ***Review of Financial Studies***, 23 (1): 271-303. doi: 10.1093/rfs/hhp038

Heath, D., Jarrow, R., and Morton, A. 1992. Bond pricing and the term structure of interest rates: A new methodology for contingent claims valuation. ***Econometrica***, 60 (1): 77-105. doi: 10.2307/2951677

Hemler, M. L., and Longstaff, F. A. 1991. General equilibrium stock index futures prices: Theory and empirical evidence. ***Journal of Financial and Quantitative Analysis***, 26 (3): 287-308. doi: 10.2307/2331208

Heston, S. L. 1993. A closed-form solution for options with stochastic volatility with applications to bond and currency options. ***Review of Financial Studies***, 6 (2): 327-343. doi: 10.1093/rfs/6.2.327

Heston, S. L., and Zhou, G. 2000. On the rate of convergence of discrete-time contingent claims. ***Mathematical Finance***, 10 (1): 53-75. doi: 10.1111/1467-9965.00080

Hilliard, J. E., and Schwartz, A. 1996. Binomial option pricing under stochastic volatility and correlated state variables. ***Journal of Derivatives***, 4 (1): 23-39. doi: 10.3905/jod.1996.407962

Ho, H. W., and Liao, T. H. 2014. Valuation of quanto derivatives using bivariate GARCH-jump models. ***Journal of Financial Studies***, 22 (4): 1-35. doi: 10.6545/JFS.2014.22(4).1

Ho, T. S., Stapleton, R. C., and Subrahmanyam, M. G. 1995. Multivariate binomial approximations for asset prices with non-stationary variance and covariance characteristics. ***Review of Financial Studies***, 8 (4): 1125-1152. doi: 10.1093/rfs/8.4.1125

Hsieh, T. S., Fang, C. L., and Goo, Y. J. 2009. Interaction and pricing between the Taiex call

臺灣大學學術期刊資料庫

options and spot market among different levels of moneyness: Application of Bi-Egarch model and neuron algorithm. ***Asia Pacific Management Review***, 14 (2): 159-174. doi: 10.6126/APMR.2009.14.2.04

Hsueh, L. P. 2001. Analysis of American discrete barrier option with stochastic rebate. ***Journal of Financial Studies***, 9 (1): 27-46. doi: 10.6545/JoFS.2001.9(1).2

Huang, H. H., and Lee, T. S. 2007. Valuing default and prepayment options in mortgages: No-arbitrage bivariate lattice and its applications. ***Review of Securities and Futures Markets***, 19 (4): 71-120.

Hull, J. C., and White, A. D. 1993. Efficient procedures for valuing European and American path-dependent options. ***Journal of Derivatives***, 1 (1): 21-31. doi: 10.3905/jod.1993.407869

Hung, M. W., and Liu, Y. H. 2006. Valuation of weather derivatives. ***Journal of Financial Studies***, 14 (1): 1-34. doi: 10.6545/JFS.2006.14(1).1

Hung, M. W., Pan, T. H., and Huang, S. C. 2011. Geographic effect of futures hedge performance. ***Review of Securities and Futures Markets***, 22 (4): 49-78. doi: 10.6529/RSFM.2010.22(4).2

Jacka, S. D. 1991. Optimal stopping and the American put. ***Mathematical Finance***, 1 (2): 1-14. doi: 10.1111/j.1467-9965.1991.tb00007.x

Jarrow, R. A., and Turnbull, S. M. 2000. The intersection of market and credit risk. ***Journal of Banking & Finance***, 24 (1-2): 271-299. doi: 10.1016/S0378-4266(99)00060-6

Jarrow, R. A., and Yu, F. 2001. Counterparty risk and the pricing of defaultable securities. ***Journal of Finance***, 56 (5): 1765-1799. doi: 10.1111/0022-1082.00389

Jiang, I. M., Liu, Y. H., Feng, Z. Y., and Lai, M. K. 2012. Pricing and hedging strategy for options with default and liquidity risk. ***Asia Pacific Management Review***, 17 (2): 127-144. doi: 10.6126/APMR.2012.17.2.02

Jin, G. 2014. A valuation model of financial derivatives under the influence of multiple correlated factors with sudden and rare uncertainty. ***Journal of Financial Studies***, 22 (4): 37-53. doi: 10.6545/JFS.2014.22(4).2

Kapadia, N., and Pu, X. 2012. Limited arbitrage between equity and credit markets. ***Journal of Financial Economics***, 105 (3): 542-564. doi: 10.1016/j.jfineco.2011.10.014

Kim, I. J. 1990. The analytic valuation of American options. ***Review of Financial Studies***, 3 (4): 547-572. doi: 10.1093/rfs/3.4.547

Klein, P. 1996. Pricing Black-Scholes options with correlated credit risk. ***Journal of Banking & Finance***, 20 (7): 1211-1229. doi: 10.1016/0378-4266(95)00052-6

臺灣大學學術期刊資料庫

Kuo, I. D. 2011. Pricing and hedging interest rate options under deterministic volatility function with volatility humps. ***Journal of Futures and Options***, 4 (2): 1-32.

Kusuoka, S. 1999. A remark on default risk models. In Kusuoka, S., and Maruyama, T. (Eds.), ***Advances in Mathematical Economics***: Volume 1, 69-82. Tokyo, Japan: Springer-Verlag.

Lee, S. Y., Hsieh, C. H., and Chen, C. T. 2003. Average interest rate call: Pricing, hedging and application. ***Journal of Financial Studies***, 11 (1): 67-93. doi: 10.6545/JFS.2003.11(1).3

Levy, E. 1992. Pricing European average rate currency options. ***Journal of International Money and Finance***, 11 (5): 474-491. doi: 10.1016/0261-5606(92)90013-N

Liao, S. L., and Wang, C. W. 2003. The valuation and hedging strategy of high yield notes. ***Academia Economic Papers***, 31 (3): 333-367.

Lin, H. J. 2010. Pricing Asian options on assets driven by a combined geometric Brownian motion and a geometric compound Poisson process. ***International Journal of Information and Management Sciences***, 21 (2): 113-124. doi: 10.6186/IJIMS.2010.21.2.1

Lin, J. C. 2005. Regulatory forbearance and deposit insurance pricing: A comment on the Ronn-Verma option-based model. ***NTU Management Review***, 16 (1): 93-114. doi: 10.6226/NTURM2005.16.1.93

Lin, S. K., Shyu, D., and Chang, C. C. 2008. Pricing catastrophe insurance products in Markov jump diffusion models. ***Journal of Financial Studies***, 16 (2): 1-33. doi: 10.6545/JFS.2008.16(2).1

Lin, W. H. W., Wang, J. J., and Hsuku, Y. H. 2014. General-equilibrium pricing of stock index futures allowing for regular and irregular events underlying the stochastic market volatility. ***Journal of Financial Studies***, 22 (1): 1-32. doi: 10.6545/JFS.2014.22(1).1

Liu, Y. H., Jiang, I. M., and Fong, Z. Y. 2014. Pricing contingent claims using the Heath-Jarrow-Morton term structure model and time-changed Lévy processes. ***Asia Pacific Management Review***, 19 (3): 273-298. doi: 10.6126/APMR.2014.19.3.04

Lin, Y. N. 2009. Implementing the implied volatility tree for S&P 500 options: Evidence from the kernel-regression volatility surface with an algorithm for dealing with bad transition probabilities. ***Journal of Financial Studies***, 17 (2): 35-70. doi: 10.6545/JFS.2009.17(2).2

Longstaff, F. A. 1995. Hedging interest rate risk with options on average interest rates.

臺灣大學學術期刊資料庫

Journal of Fixed Income, 4 (4): 37-45. doi: 10.3905/jfi.1995.408126

Longstaff, F. A., and Schwartz, E. S. 2001. Valuing American options by simulation: A simple least-squares approach. ***Review of Financial studies***, 14 (1): 113-147. doi: 10.1093/rfs/14.1.113

Luo, L. M., and Sheu, H. J. 2009. The alternative pricing approach for variable life insurance incorporating secondary life insurance market. ***Chiao Da Management Review***, 29 (1): 79-101.

MacLean, L. C., Zhao, Y., and Ziemba, W. T. 2013. An endogenous volatility approach to pricing and hedging call options with transaction costs. ***Quantitative Finance***, 13 (5): 699-712. doi: 10.1080/14697688.2011.639794

Merton, R. C. 1974. On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates. ***Journal of Finance***, 29 (2): 449-470. doi: 10.2307/2978814

_____. 1976. Option pricing when underlying stock returns are discontinuous. ***Journal of Financial Economics***, 3 (1-2): 125-144. doi: 10.1016/0304-405X(76)90022-2

Nashikkar, A., Subrahmanyam, M. G., and Mahanti, S. 2011. Liquidity and arbitrage in the market for credit risk. ***Journal of Financial and Quantitative Analysis***, 46 (3): 627-656. doi: 10.1017/S002210901100007X

Pan, G. G., and Wu, T. C. 2008. Pricing vulnerable options. ***Journal of Financial Studies***, 16 (1): 131-158. doi: 10.6545/JFS.2008.16(1).5

Poon, S. H., and Stapleton, R. C. 2005. ***Asset Pricing in Discrete Time: A Complete Markets Approach***. Oxford, UK: Oxford University Press.

Raymar, S. B., and Zwecher, M. J. 1997. Monte Carlo estimation of American call options on the maximum of several stocks. ***Journal of Derivatives***, 5 (1): 7-23. doi: 10.3905/jod.1997.407986

Ronn, E. I., and Verma, A. K. 1986. Pricing risk-adjusted deposit insurance: An option-based model. ***Journal of Finance***, 41 (4): 871-895. doi: 10.2307/2328234

Rubinstein, M. 1998. Edgeworth binomial trees. ***Journal of Derivatives***, 5 (3): 20-27. doi: 10.3905/jod.1998.407994

Simon, D. P., and Campasano, J. 2014. The VIX futures basis: Evidence and trading strategies. ***Journal of Derivatives***, 21 (3): 54-69. doi: 10.3905/jod.2014.21.3.054

Szu, W. M., Lin, J. B., Ji, K. Y., and Jao, J. Y. 2013. An improved least-square Monte-Carlo approach for pricing American options. ***Journal of Financial Studies***, 21 (2): 61-90. doi: 10.6545/JFS.2013.21(2).3

Tang, C. H., and Yang, S. S. 2012. Valuation of rate of return guarantees under a defined

臺灣大學圖書館期刊資料庫

contribution pension plan considering the choice of retirement age. ***Journal of Financial Studies***, 20 (1): 91-113. doi: 10.6545/JFS.2012.20(1).4

Tian, Y. S. 1999. A flexible binomial option pricing model. ***Journal of Futures Markets***, 19 (7): 817-843. doi: 10.1002/(SICI)1096-9934(199910)19:7<817::AID-FUT5>3.0.CO;2-D

Vasicek, O. 1977. An equilibrium characterization of the term structure. ***Journal of Financial Economics***, 5 (2): 177-188. doi: 10.1016/0304-405X(77)90016-2

Vaugirard, V. E. 2003. Valuing catastrophe bonds by Monte Carlo simulations. ***Applied Mathematical Finance***, 10 (1): 75-90. doi: 10.1080/1350486032000079741

Vorst, T. 1992. Price and hedge rations of average exchange rate options. ***International Review of Financial Analysis***, 1 (3): 179-193. doi: 10.1016/1057-5219(92)90003-M

Wang, C., and Low, S. S. 2003. Hedging with foreign currency denominated stock index futures: Evidence from the MSCI Taiwan index futures market. ***Journal of Multinational Financial Management***, 13 (1): 1-17. doi: 10.1016/S1042-444X(02)00020-8

Wang, C. W., and Liao, S. L. 2005. Forward-price method for pricing contingent claims under interest rate, FX and equity risks. ***Journal of Financial Studies***, 13 (2): 29-70. doi: 10.6545/JFS.2005.13(2).2

Wu, T. P., and Chen, S. N. 2008. Quanto average interest rate options in a lognormal interest rate market model. ***Journal of Financial Studies***, 16 (2): 35-67. doi: 10.6545/JFS.2008.16(2).2

Wu, T. P., Fu, J. P., and Chen, S. N. 2009. Valuation of quanto interest rate exchange options. ***Journal of Financial Studies***, 17 (4): 57-91. doi: 10.6545/JFS.2009.17(4).3

_____. 2010. Valuation of Asian interest rate options within the BGM model. ***Journal of Financial Studies***, 18 (4): 1-35. doi: 10.6545/JFS.2010.18(4).1

Yeh, C. Y., Yeh, S. K., and Ju, H. S. 2013. Pricing stock options by bivariate binomial lattices. ***Journal of Financial Studies***, 21 (1): 53-81. doi: 10.6545/JFS.2013.21(1).3

Yen, S. H., and Wang, J. J. 2005. Intertemporal futures pricing with different opinions about price changes. ***Journal of Financial Studies***, 13 (1): 31-59. doi: 10.6545/JFS.2005.13(1).2

Zhang, J. E., and Li, T. 2010. Pricing and hedging American options analytically: A perturbation method. ***Mathematical Finance***, 20 (1): 59-87. doi: 10.1111/j.1467-9965.2009.00389

臺灣大學學術期刊資料庫

作者簡介

林丙輝

英國 Manchester University 商學院博士，現任國立中興大學財務金融學系特聘教授。主要研究領域為財務工程、衍生性金融商品評價、避險與實證研究、投資組合管理、債券市場分析等，論文發表於 Journal of Business Finance and Accounting、Journal of Futures Markets、Journal of Business Research、Review of Derivatives Research、《財務金融學刊》、《證券市場發展季刊》、《臺大管理論叢》等國內外學術期刊。

Bing-Huei Lin got his PhD in Finance from Manchester Business School, UK. He is a Distinguished Professor of the Department of Finance, National Chung-Hsing University, Taiwan. His research interests include financial engineering, derivatives pricing and hedging, empirical derivatives research, investment portfolio anagement, bond market analysis, etc. His works have appeared in Journal of Business Finance and Accounting, Journal of Futures Markets, Journal of Business Research, Review of Derivatives Research, Journal of Financial Studies, Review of Securities and Futures Markets, NTU Management Review, and so on.

*** 張森林**

英國 Lancaster University 財務博士，現任國立臺灣大學財務金融學系特聘教授。主要研究領域為衍生性金融商品評價、避險與實證研究、財務工程、風險管理、債券市場分析等，論文發表於 Management Science、Journal of Financial and Quantitative Analysis、Journal of Banking and Finance、Journal of Futures Markets、《財務金融學刊》、《證券市場發展季刊》、《臺大管理論叢》、《管理學報》等國內外傑出學術期刊。

San-Lin Chung got his finance PhD from the Department of Accounting and Finance, Lancaster University, UK. He is a Distinguished Professor of the Department of Finance, National Taiwan University, Taiwan. His research interests include derivatives pricing and hedging, empirical derivatives research, financial engineering, risk management, bond market analysis, etc. His works have appeared in Management Science, Journal of Financial and Quantitative Analysis, Journal of Banking and Finance, Journal of Futures Markets, Journal of Financial Studies, Review of Securities and Futures Markets, NTU Management Review, and Journal of Management.

臺灣大學學術期刊資料庫

葉仕國

國立臺灣大學財務博士，現任國立中興大學財務金融學系特聘教授。主要研究領域為衍生性金融商品評價、避險與實證研究、財務工程、風險管理、債券市場分析等，論文發表於 Journal of Financial and Quantitative Analysis、Journal of Banking and Finance、Journal of Fixed Income、Pacific-Basin Finance Journal、《財務金融學刊》、《證券市場發展季刊》、《臺大管理論叢》、《管理學報》等國內外傑出學術期刊。

Shih-Kuo Yeh got his finance PhD from National Taiwan University, Taiwan. He is a Distinguished Professor of the Department of Finance, National Chung-Hsing University, Taiwan. His research interests include derivatives pricing and hedging, empirical derivatives research, financial engineering, risk management, bond market analysis, etc. His works have appeared in Journal of Financial and Quantitative Analysis, Journal of Banking and Finance, Journal of Fixed Income, Pacific-Basin Finance Journal, Journal of Financial Studies, Review of Securities and Futures Markets, NTU Management Review, and Journal of Management.

感謝兩位匿名審查人及總編輯提供寶貴建議。本文亦承蒙行政院科技部部分經費補助（計畫編號：100-2628-H-002-006-MY4），謹此致謝。

* E-mail: chungsl@ntu.edu.tw

臺灣大學學術期刊資料庫