ISSN 1023-2842
中山管理評論 2009 年十二月號
第十七卷第四期 p.1045-1081

無股價企業信用風險模式之建立：Merton 模型與 Ohlson 模型之結合

Credit Risk Model Establishment for Private Firms: The Integration of Merton Model and Ohlson Model

張大成 *Ta-Cheng Chang*
東吳大學國際經營與貿易學系
Department of International Business,
Soochow University

林郁翎* *Yu-Ling Lin*
德明財經科技大學財務金融學系
Department of Banking and Finance,
Takming University of Science and Technology

蘇郁嵐 *Yu-Lan Su*
彰化銀行風險管理處
Risk Management Division,
Chang Hwa Bank

*通訊作者：林郁翎
作者感謝兩位匿名評審委員的寶貴建議，然而文章中若仍有疏誤，均屬作者之責任。

摘要

有鑑於無股價企業之違約預警對銀行及債權人的重要性，本文結合 Merton (1974) 之結構式選擇權評價模型，與 Ohlson (1995) 的股權理論價值模型，提出 Merton-Ohlson 模型，據以評估無股價企業之信用風險。實證結果顯示，相較於傳統 Merton 利用市場資訊所估算之結構式模型，以及 KMV 公司所發展的無股價公司信用風險衡量模型 (Private Firm Model, PFM)，Merton-Ohlson 模型之違約預警能力與預測正確率均有不錯的表現。因此本文認為可以採用 Merton-Ohlson 模型於無股價企業信用風險量化指標之建立，並在未來進一步將此分析模式應用於中小企業信用風險量化之評估。

關鍵詞：信用風險、違約預警、Merton 模型、Ohlson 模型、PFM

Abstract

The default prediction of private firms for bankers and debtors is quite important. In this study, the integration of the Merton's (1974) structural model and Ohlson's (1995) equity valuation model are adopted to develop the Merton-Ohlson model to evaluate the credit risks of private firms. After compared with both of the traditional Merton's structural model by using market data and the Private Firm Model (PFM developed by KMV Company), the ability of default prediction and the prediction accuracy of the Merton-Ohlson model show better empirical results. We conclude that the Merton-Ohlson model will be a valuable tool in the measurements of credit risks for private firms. The model can be applied further in credit risk evaluation of other small and median-sized businesses.

Keywords: Credit Risk, Default Prediction, Merton Model, Ohlson Model, PFM

壹、緒論

企業信用風險模式的建立一直是學術研究相當關心的議題之一，目前較廣泛被應用的信用風險模式，主要可分為會計基礎 (Accounting-Based) 及市場基礎 (Market-Based) 兩大類。首先就會計基礎模型而言，係以公司歷史的財務報表資訊為基礎，配合企業實際違約資訊，並透過統計數量方法，包括：區別分析模型 (例如：Altman, 1968)、Logit 機率迴歸模型 (例如：Ohlson, 1980)、倒傳遞類神經網路模型 (例如：Atiya, 2001) 等，進行企業違約之預測。而就市場基礎模型而言，主要係以市場資訊，例如股票價格或債券市場訊息，來衡量企業之信用風險，其中以股價資訊衡量違約風險者為結構式模型，此一學派主要是應用 Black & Scholes (1973) 與 Merton (1974) 的選擇權評價模型，進而估算企業之違約風險，以下簡稱為 Merton 模型；另一學派則為以 Jarrow & Turnbull (1995) 為首的縮減式模型，其主要係由公司債訊息來估算企業之違約風險。

由於市場基礎之縮減式模型係使用較缺乏經濟意義的理論基礎估算違約風險[1]，且相較於會計基礎之信用風險模式，Merton 模型不僅具有良好的理論基礎 (Vila & Schary, 1995)，同時亦有不錯的實證結果[2]。Vassalou & Xing (2004) 亦曾比較會計與市場基礎兩類模型的差異，認為會計基礎模型採用財務報表資料因為是歷史性資料，無法即時反應公司現況，而市場基礎模型採用流動性高的股票價格，較具有前瞻性，更能有效率地整合公司的即時資訊與市場對公司的預期。然而儘管 Merton 模型具有結合市場資訊與即時性的優點，Jarrow & Turnbull (2000) 與 Jarrow (2001) 認為由於若干高科技公司會因為市場過度預期，導致股票價格無法確實反應其真實價值，或股價可能存在若干泡沫效果，因此在應用 Merton 模型時需特別當心。

此外，Merton 模型雖然具有良好的理論基礎與實證結果，然而相關的研究與實務應用皆僅侷限於有股價的上市櫃公司，對於無股價的非上市櫃公司，如佔台灣企業比重達 95%以上的中小企業，Merton 模型則無法適用，主要原因在於 Merton 模型中的兩個主要變數：公司資產價值與其波動度，須透過公司權益市場價值與公司權益波動度推算，而無股價公司則因缺乏股票價格，因

[1] 相關說明請參考林達榮、林安城 (2004)。

[2] 詳見 Charitou & Trigeorgis (2000)、Falkenstein & Boral (2001)、Gemmill (2002)、Hillegeist et al. (2004)、Benos & Papanastasopoulos (2007) 與本文相關文獻回顧之實證結果。

此無法利用 Merton 模型進行信用風險之評估與量化。雖然使用財報資訊進行違約風險估算之會計基礎的 Altman (1968) Z-Score、Ohlson (1980) O-Score，以及類神經網路等信用風險評估方法，可應用於無股價企業之信用風險評估上，然而，這些方法在過去信用風險的相關實證研究上，對於企業違約預測之效力，多數不若 Merton 模型來的佳[3]，且理論基礎亦不若 Merton 模型完備。除此之外，雖然 KMV 公司亦曾發展出一套衡量無股價公司的信用風險模型 (Private Firm Model , PFM)[4]，但此模型乃透過有股價資訊公司，找出與公司資產價值及其波動度相關的財務變數，再利用迴歸式求得財務變數與公司價值及其波動度間的關係，進而將無股價公司的財務資料代入迴歸式，求算估計的公司價值與其波動度，然而，此一方法並無完整的理論基礎，同時在實務操作上可能有若干技術上的問題[5]，因此，本文認為此一估算方法的偏誤不低，故期望能進一步地應用 Merton 模式，以建立一個具理論基礎的無股價企業信用風險之評估方式。

就公司權益價值估計的理論研究而言，Ohlson (1995) 曾利用未來股利折現模式的觀念，提出股權的會計基礎評價模式，以下簡稱 Ohlson (1995) 模型[6]，該文採用淨剩餘關係 (Clean Surplus Relation) 與會計資訊之線性資訊動態 (Linear Information Dynamics) 兩項假設，推導出會計資訊變數與公司權益價值的線性模式。Feltham & Ohlson (1995) 則擴展 Ohlson (1995) 模型之設定，

[3] 詳見本文文獻回顧之說明。

[4] KMV 公司係於 1989 年成立於美國加州舊金山，為國際著名的信用風險模型產品開發顧問公司。由於該公司係由 Kealhofer, Mcquown & Vasicek 三人共同創立，因此公司名稱就是以創辦人姓氏第一個字母的結合，作為公司名稱，故其全名為 KMV LLC (Limited Liability Company)。然而 KMV 公司已於 2002 年與信評公司 Moody's 合併，因此該公司目前稱為 Moody's KMV，簡稱為 MKMV，但由於 PFM 模型係 KMV 公司於 2001 年 (與 Moody's 合併前) 所提出，故本文仍稱之為 KMV 公司。

[5] 例如：若我們利用上市公司之公司價值與盈餘資料進行迴歸時，會得到很大的常數項，若將此一關係套用到小公司時，則會發生該公司的盈餘很少，可是其公司價值會很大的問題。反之，倘若迴歸式中不考慮常數項，則將會造成公司價值與盈餘變數間具簡單的倍數關係，這也不盡合理。此外，利用多元迴歸進行推估，則可能發生不同迴歸係數間正負號不同，造成所推估之公司價值或公司價值波動度為負的結果，此一結果亦與理論不符。

[6] Ohlson 於財務會計領域中，有兩篇非常著名之文章，其一為以會計資訊推估企業權益價值之 Ohlson (1995) 文獻，本文即利用 Ohlson (1995) 此篇文獻所提出之理論架構，據以延伸並解決 Merton 模型於無股價企業中缺乏重要投入變數：權益價值與權益波動度，造成 Merton 模型無法使用於無股價企業違約預測之情形；而另一著名文獻則為 Ohlson (1980) 利用 Logit 模型進行美國企業財務危機預警之實證文獻；為避免閱讀上產生混淆，本文將 Ohlson (1995) 所提出之股權會計基礎評價模式，簡稱為 Ohlson (1995) 模型。

推導出以當期異常盈餘、帳面價值與其他非盈餘資訊等三項資訊，評估公司的權益價值。因此，Ohlson (1995) 模型可為一個同時包括盈餘資訊 (或會計資訊) 與非盈餘資訊 (或非會計資訊) 的完整權益評價模式，其優點在於不僅擁有完整的理論基礎，同時也定義了會計與非會計資訊的角色，並提供一個可供實證驗證的權益價值評價模式。Frankel & Lee (1998)、Dechow et al. (1999) 的實證結果也都支持 Ohlson (1995) 模型的推論。

根據上述說明，本文為了解決無股價之非上市櫃企業在使用 Merton 模型時，因為無法估算公司資產價值與其波動度之問題，故結合結構式模型的 Merton (1974) 選擇權評價模型與 Ohlson (1995) 的股權理論價值，提出 Merton-Ohlson 模型據以評估無股價企業之信用風險，利用公司之會計資訊推估其權益理論價值與權益波動度，並導入 Merton 模型中。我們認為本文建立之 Merton-Ohlson 模型將具備下列幾項優點：第一、可應用於無股價公司之違約預測；第二、有完備的理論基礎；第三、可以避免股價泡沫，或者是股價過度反應的問題。根據本文研究結果顯示，本文建立的 Merton-Ohlson 模型，其違約預警能力與預測正確率均有不錯之表現，因此，本文認為 Merton-Ohlson 模型可進一步地應用於未來實務上對於無股價企業之違約預警評估；我們相信，這將使得未來在計算無股價企業違約風險時，將不再侷限於會計基礎之 Altman (1968) Z-Score、Ohlson (1980) 之 O-Score 或是 KMV 公司的 PFM 等，亦可利用本文建立之 Merton-Ohlson 模型進行估計，提供學術界與實務界另一個違約預警模式之選擇。

最後，則就本文之章節安排說明如下，除本節說明研究之動機與分析架構外；第二節為研究方法與相關文獻回顧，將分別說明本文研究所使用之模型方法，其中包括 Merton (1974) 模型、Ohlson (1995) 模型與 Merton-Ohlson 模型，以及對相關研究文獻進行回顧，另外並介紹本文檢定模型績效的方法；第三節為研究設計，包括本文之樣本選取、變數定義及模型建立；第四節為本文實證結果；最後則為本文結論。

貳、研究方法與相關文獻回顧

由於 Merton 模型中的兩個主要變數：公司資產價值與其波動度，須透過公司權益市場價值與公司權益波動度推算，而無股價之非上市櫃公司則因缺乏股票價格，因此無法利用 Merton 模型進行信用風險之評估與量化。故本文將

利用具理論基礎的 Ohlson (1995) 股權理論價值模型來克服 Merton 模型無法適用於無股價企業違約預警之情形，並修正 Merton 模型應用於股價無法真實反應之企業，可能存在股價泡沫效果之情況。本節首先介紹 Merton (1974) 模型之理論架構；其次說明 Ohlson (1995) 模型之理論架構；接著簡要說明本文所提出之 Merton-Ohlson 模型架構；最後則介紹本文檢驗模型效力的方法。

一、Merton 模型

Merton (1974) 認為企業舉債經營，如同股東持有一買權，其標的資產為公司資產價值，履約價格為負債。當負債到期時，若公司資產市場價值低於負債價值，則股東將選擇違約。依據選擇權的概念，當負債到期時，該公司的權益價值 E_t 可表示為：

$$E_t = \max(V_t - D, 0) \tag{1}$$

其中：V_t 為公司之資產價值， D 為到期日須償還之負債。

根據 Black & Scholes (1973) 選擇權評價公式，可推知公司的權益市場價值如下所示：

$$E = V \cdot N\left(d_1\right) - D \cdot e^{-r_f t} \cdot N\left(d_2\right) \tag{2}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(V / D\right) + \left(r_f + 0.5\sigma_V^2\right) t}{\sigma_V \sqrt{t}} = d_2 + \sigma_V \sqrt{t}$$

其中：E 為權益市值，D 為負債價值，r_f 為無風險利率，t 為距負債到期日期間，V 為公司資產價值，σ_V 為資產價值波動度 (或資產變異)。

又根據 Ito's Lemma，可得出另一條式子，如下所示：

$$\sigma_E = \frac{N\left(d_1\right) V \sigma_V}{E} \tag{3}$$

其中：σ_E 為公司權益波動度 (或股權變異)。

(3) 式表示股權變異與資產變異間的關係，說明槓桿程度愈高的企業其權益風險愈高。此外，在風險中立的假設下，(2) 式中累積常態分配 $N\left(d_2\right)$ 即代

表未來某時點公司資產價值大於負債之機率，即：在風險中立下的違約機率（Probability of Default, PD）為$1-N(d_2)=N(-d_2)$，也就是：

$$PD=N\left[-\frac{\ln(V/D)+\left(r_f-0.5\sigma_V^2\right)t}{\sigma_V\sqrt{t}}\right]=N\left(-d_2\right) \tag{4}$$

因此，只要將已知的股權市值、股權變異、無風險利率與負債資訊代入(2)、(3) 兩式，便可聯立求解資產價值 V 與資產變異 σ_V 兩個未知數，進而估算違約機率。此外，利用 Merton 模型亦可計算公司資產與負債的接近程度，稱為違約距離。當公司在負債到期時其資產價值低於負債則定義為違約，而違約距離即是以標準化的公司資產價值與違約點間的差距來衡量，其代表公司資產價值與違約點間的標準差個數。因此，在選擇權評價模型下計算違約距離(Distance-to-Default, DD) 的公式，便可以下式表示：

$$DD=\frac{\ln\left(V/D\right)+\left(r_f-0.5\sigma_V^2\right)t}{\sigma_V\sqrt{t}}=d_2 \tag{5}$$

過去，Charitou & Trigeorgis (2000) 曾利用 Merton 模型解釋美國企業的破產情形，並進一步將模型的假設放寬為公司可在債務到期日前違約，實證結果顯示，依原始模型所使用的主要變數中，公司資產價值波動度對於違約發生前一年、兩年、三年期間的預測違約機率扮演很重要的角色；而修正模型的結果顯示主要變數在假設放寬後仍然具有顯著性，結果發現無論原始模型與修正模型所估算的違約機率均具有顯著的預測能力。Vassalou & Xing (2004) 則提出市場基礎模型優於會計基礎模型的理由，衡量 1971 年至 1999 年美國上市公司的違約風險，並評估違約風險對股價報酬率的影響，其研究結果發現，由較高違約機率的公司所組成之投資組合具有較高之報酬率；另外，該研究亦對 Merton 模型衡量違約風險的準確度進行測試，測試方式有兩種，第一種為使用 Moody's 所發展的準確性比率 (Accuracy Ratio) ，以顯示模型在五年期間的違約預測能力；第二種則將實際違約公司和相對照未違約公司的估計違約機率相比較；而此兩種測試模型預測準確度分別為 59.2%與 57%，顯示 Merton 模型確實能捕捉到公司的違約情形。此外，Hillegeist et al. (2004) 根據 Altman (1968)、Ohlson (1980) 與 Merton (1974) 模型分別估算公司違約機率所包含的相對訊息多寡；實證結果說明，市場基礎的 Merton 模型其違約機率相較於其

他兩個會計基礎衡量方式，提供顯著較多的訊息。Farmen et al. (2004) 檢驗 Merton (1974) 架構下有關違約機率的假設，其結果亦支持使用 Merton 模型於信用風險的應用上。Benos & Papanastasopoulos (2007) 的實證研究也顯示 Merton 結構式模型於預測企業違約事件上會較會計基礎模型來的準確。

在國內相關的實證研究中，林妙宜 (2002) 利用區別分析模型建構財務危機預警模型，並利用股票市場價格為基礎的 Merton 模型，繪出預期違約機率趨勢圖，其實證結果顯示，區別分析模型有不錯的正確區別力，且 Merton 模型的預期違約機率亦有一定程度的預測度，能夠在財務危機發生之前，提前反應公司財務惡化狀況。陳業寧等 (2004) 則比較 Z-Score 與 Merton 模型的預測效果，結果顯示 Z-Score 在財務危機的預測上優於 Merton 模型。林世杰 (2005) 則比較 Merton 市場基礎模型與會計基礎模型之 Z-Score 預測效力，實證結果顯示在不同的預測年度中，Merton 模型與 Z-Score 的預測效力互有優劣情形，但若以整體樣本研究期間觀察，雖然 Z-Score 有較佳預測能力，然而兩者未出現極大的不同，因此，Z-Score 與 Merton 模型在評估台灣企業的違約風險上均是有鑑別與預測能力的。此外，沈中華等 (2004) 亦曾以 Merton 模型，檢測台灣上市公司的違約機率，透過實證分析後，認為以此方法所估算的違約機率可作為金融機構授信的重要指標之一。而敬永康、黃建隆 (2002) 以國內個案公司為例，應用 Merton 模型預測個案公司的違約狀況，結果認為 Merton 模型對於信用風險管理的反應速度有不錯之效果。最後，張大成等 (2002) 則針對部份台灣上市櫃公司，以配對樣本研究方式，利用 Merton 模型觀察其預警能力，亦得出 Merton 模型對信用風險的反應速度不錯之結論。

根據前述國內外文獻之探討可知，對於 Merton 市場基礎模型與會計基礎模型預測效力之優劣並無一致性的結論，雖然部份國內文獻觀察出 Z-Score 在財務危機的預測效力上優於 Merton 模型，然而亦有部份國內文獻認為在不同的預測年度中，Merton 市場基礎模型與會計基礎模型的預測效力互有優劣情形，而這些國內文獻亦認為兩種模型均有一定程度的預測與區別能力。因此可知，多數文獻皆證實 Merton 模型為評估企業違約風險的一個良好工具。

二、Ohlson 模型

Ohlson (1995) 提出的股權評價理論，假設投資人皆處在風險中立及相同信念 (Homogenous Beliefs) 的經濟環境，且市場利率滿足非隨機和水平利率期限結構之假設下，則公司股權理論價值 EV_t 等於預期未來股利 d_t 之折現值

(Present Value of Expected Dividends, PVED)，此一假設之關係可表達如下：

$$EV_t = \sum_{\tau=1}^{\infty} (1+r_e)^{-\tau} E_t[d_{t+\tau}] \tag{6}$$

其中：r_e 為權益資金成本，$E_t[\cdot]$表示在第 t 期時以可獲得資訊對未來預期之期望值。

Ohlson (1995) 模型強調價值必須依據會計資料，因為這些會計資料影響了預期股利折現值的評估，為使公司之價值取決於會計資料，Ohlson (1995) 又提出第二組假設以推導其模式，其假設會計資料具淨剩餘關係 (Clean Surplus Relation, CSR)，即期末與期初權益帳面價值間的變動等於當期盈餘減去當期股利：

$$bv_{t-1} = bv_t + d_t - x_t \tag{7}$$

其中：bv_t 表示第 t 期公司的權益帳面價值，而 x_t 表示第 t 期公司的盈餘價值。

上式之淨剩餘關係隱含當期股利支付會減少當期帳面價值，進而使公司未來年度盈餘下降，但並不影響當期盈餘，此特性稱為股利移置替代特性 (Dividend Displacement Property)，茲將上述關係以數學式表示如下：

$$\partial bv_t / \partial d_t = -1$$

$$\partial x_t / \partial d_t = 0 \tag{8}$$

接著，Ohlson (1995) 定義當期異常盈餘 x_t^a (Abnormal Earnings) 為當期盈餘減期初資本投資的正常報酬，亦即：

$$x_t^a \equiv x_t - r_e \cdot bv_{t-1}$$

將上述淨剩餘關係 (CSR) 之假設：(7) 與異常盈餘定義代入 PVED：(8)，即可將股利折現模式以會計資料重寫，轉換為異常盈餘折現模式 (Residual Income Model, RIM) ：

$$EV_t = bv_t + \sum_{\tau=1}^{\infty} (1+r_e)^{-\tau} E_t\left[x_{t+\tau}^a\right] \tag{9}$$

上式顯示公司之股權價值為帳面價值與預期未來異常盈餘折現值之和，而

未來異常盈餘折現值係扮演權益帳面價值與理論價值間的調整項，代表公司未來獲利能力，也正是公司未入帳的商譽價值。

但由於在實務操作上要預測公司未來異常盈餘有其評估上之困難，故為使 (9) 式能夠再簡化為以當期盈餘及帳面價值表示，Ohlson (1995) 的第三個假設為加入下列之線性時間序列特性，以決定異常盈餘和其他資訊 v_t 演化的隨機過程，稱之為線性資訊動態模式 (Linear Information Dynamics Model, LIM)，係指異常盈餘及其他資訊符合一階自我迴歸過程 (First-Order Autoregressive Process)。在其模型中指出帳面價值是股權評價的適當起點，但須再與未來異常盈餘之現值相配合才行，至於 LIM 則為模式化未來異常盈餘時間數列行為之條件，LIM 的假設有利於股權評價模式的建立，其方程式如下：

$$x^a_{t+1} = \omega x^a_t + v_t + \varepsilon_{1\,t+1} \tag{10}$$

$$v_{t+1} = \gamma v_t + \varepsilon_{2\,t+1} \tag{11}$$

其中，v_t 代表盈餘、帳面價值和股利以外，未於財務報表中揭露之其他價值攸關資訊，但最終將會經由 (10) 及 (11) 式，影響到下期以後的財務報表。ω 與 γ 則分別代表異常盈餘與其他資訊之一階自我相關係數，其值分別介於 0 與 1 之間以滿足時間序列呈現穩定 (Stationary) 的狀態。而 $\varepsilon_{1\,t+1}$ 及 $\varepsilon_{2\,t+1}$ 為平均數為 0 之殘差項。在 Ohlson (1995) 模型中，ω 為異常盈餘的持續性 (Persistence)，當 $\omega = 0$ 時，表示異常盈餘僅出現在當期，該公司處於非成長狀態；反之，當 $\omega = 1$，代表本期之異常盈餘完全持續至下期；而當 $0 < \omega < 1$ 時，該公司股東權益報酬率會隨著時間經過而趨向權益資金成本 r_e。

此外，Ohlson (1995) 模型認為 v_t 代表其他非盈餘攸關資訊的可預期效果，為評估 v_t 之評價涵義，模型使用者必須規劃其如何及何時會反映在未來盈餘之中，而 v_t 項亦符合自我迴歸過程，且會在後續期間內被異常盈餘所掌握。Ohlson (1995) 結合上述 PVED、CSR 和 LIM 之假設，進一步將 (9) 式之公司股權理論價值以會計資料轉換為下列之線性評價模式：

$$EV_t = bv_t + \alpha_1 x^a_t + \alpha_2 v_t \tag{12}$$

其中：$\alpha_1 = \omega / (1 + r_e - \omega) \geq 0$；$\alpha_2 = (1 + r_e) / (1 + r_e - \omega)(1 + r_e - \gamma) \geq 0$。

(12) 式表示公司股權價值由當期帳面價值與異常盈餘所衡量的當期公司

獲利能力，以及修正未來公司獲利能力的其他資訊而得。此外，Ohlson (1995) 模型認為股權價值為帳面價值、異常盈餘與其他非盈餘資訊之線性函數，若透過限制異常盈餘必須符合自我迴歸過程，而且忽略其他非盈餘資訊之影響時，只要使用當期異常盈餘就可以預測公司未來的異常盈餘，當期之股權價值也只需當期帳面價值與異常盈餘資訊便可以輕易地推算出來。

在 Ohlson (1995) 模型的相關研究中，Frankel & Lee (1998) 曾利用 Ohlson (1995) 模型估計公司股權的理論價值：V 值，其利用權益資金成本、預期未來的權益報酬率、當期帳面價值、股利發放率，並以 I/B/E/S (The International Brokers Estimate System) 分析師盈餘預測作為市場對未來獲利預期的替代變數[7]，以研究 V 值與市場效率性及報酬率預測力的關係，並探討 V 值對市場股價比率 (V/P)是否可以預測股票的長期報酬，以作為投資人選股依據；實證結果顯示，以分析師盈餘預測代替股東權益報酬率所得出的 V 值與當期股價具有高度相關性，而且長期而言，V/P 明顯優於帳面價值對市場股價比 (B/P)，顯示 V/P 比率是長期股票報酬率的良好預測指標，而市場分析師對股價報酬率的預測是有助於投資人選股的。此外，Dechow et al. (1999) 則根據 Ohlson (1995) 所提出的異常盈餘模式於 1976 年至 1995 年之研究期間下提供一實證評估，其認為過去關於 Ohlson (1995) 模型的研究多強調將當期或預測盈餘應用於股利折現模型，而忽略了異常盈餘的資訊動態特性；因此將分析重心集中在當期資訊變數與未來異常盈餘間的資訊動態關聯，其認為 Ohlson (1995) 模型對於盈餘資訊、帳面價值及盈餘預測提供了一精簡的架構，若當資訊動態特性在實證上可以合理地描述，則 Ohlson (1995) 模型對於解釋當期股價而言是一個良好模型。

三、Merton-Ohlson 模型

前述市場基礎的 Merton (1974) 模型，除了較具理論基礎外，在過去相關的實證文獻中亦得到相當不錯之違約預警效果。但由於 Merton 模型的投入變數中包括資產價值與資產變異，故須具備公司的股權市值與股權變異資訊，方可進行違約機率估算。然而無股價公司其無集中或店頭市場交易的股價資料，無法以 Merton 模型估計出公司資產價值與資產變異，造成違約風險衡量上的困難。此外，根據 Jarrow & Turnbull (2000) 與 Jarrow (2001) 所述，由於若干

[7] I/B/E/S 為國際商業環境風險評估公司，主要業務為針對全球商業環境、產業及個別公司進行盈餘、成長力的預測與評估，並定期公佈與評論。

高科技公司會因為市場過度預期，導致股票價格無法確實反應其真實價值，或股價可能存在若干泡沫效果，因此在應用 Merton 模型時需特別當心。

由於前述之 Ohlson (1995) 模型為一個同時包括會計資訊與非會計資訊的完整權益評價模式，其優點在於不僅擁有完整的理論基礎，同時也定義了會計與非會計資訊的角色，並提供一個可供實證驗證的權益價值評價模式。故本文將利用前述具理論基礎的 Ohlson (1995) 股權理論價值模型來克服 Merton 模型無法適用於無股價之非上市櫃企業違約預警之情形，並修正 Merton 模型應用於股價無法真實反應之企業，可能存在股價泡沫效果之情況。透過結合結構式模型的 Merton (1974) 選擇權評價模型與 Ohlson (1995) 的股權理論價值，本文提出 Merton-Ohlson 模型據以評估無股價企業之信用風險，利用企業之會計資訊推估其股權理論價值與股權變異，並導入 Merton 模型中，以估算公司資產價值、資產變異，並據而估算信用風險的量化指標。有關本文提出之 Merton-Ohlson 模型，其股權市值與股權變異兩變數之估算則詳見本文研究設計部份。

四、模型效力檢定方法

本文建置信用風險模型主要目的，為輔助我們即時判斷公司財務狀況之品質，以達到即時之違約預警，因此必須檢定模型的效力，以探討其違約預測能力與區別能力。過去，McQuown (1993) 與 Crosbie & Bohn (2003) 曾以檢定力曲線 (Power Curve) 進行測試。Vassalou & Xing (2004) 則採行兩種方法，第一種為使用 Moody's 所發展的準確性比率，以顯示模型在五年期間的違約預測能力；第二種則將實際違約公司和配對正常公司的估計違約機率相比較。此外，敬永康、黃建隆 (2002) 則將估算出的違約機率和信用評等比較，而以上方法皆顯示 Merton 模型確實能捕捉到公司的違約情形。在模型的區別能力方面，張大成等 (2002) 採用交叉分類表，建立型一、型二誤差與正確率三個指標，其中正確率達 68%，顯示 Merton 模型具有一定程度的區別能力。另外，Diebold & Rudebusch (1989) 則是以 QPS、LPS 與 GSB 三種指標，評估預警模型預測機率的準確性與模型之配適度。

參酌過去相關之研究，本文將採用兩種效力檢定方式，第一種為利用交叉分類表的方式，建立正確率、型一誤差 (Type I Error) 與型二誤差 (Type II Error) 三個指標來驗證模型的預測區別能力；第二種則參考 Diebold & Rudebusch (1989) 之文獻，分別建立 QPS、LPS 與 GSB 三種指標以檢定違約

機率的預測準確性與模型配適度。接著則透過以上兩種模型效力的檢定方式，比較兩模型間的差異性，並據以檢驗 Merton-Ohlson 模型是否具有較佳之預測及區別效力。

（一）模型正確率分析

此乃將樣本的預測結果與實際結果以 2×2 的表格形式表示，透過交叉分類表可明顯看出公司的實際狀況與預期狀況間的差異[8]，在使用違約預警模型時，預期結果和實際結果間主要存在兩類誤差，第一類是將高風險的公司歸類為低風險的型一誤差，也就是把實際發生違約的公司，錯誤地給予高分的評價，而歸類為預期正常公司，犯下型一誤差，容易遭致倒帳或投資的損失；第二類是型二誤差，也就是把實際為正常的公司給予低評價，而歸類為預期違約公司，此猶如銀行拒絕了可信用放款的好公司，損失應有的獲利，為機會成本之概念。表 1 則表示型一、型二誤差與其所帶來的誤差成本 (Costs of Errors)，而兩誤差合佔全部樣本的比例即為模型的失誤率，故根據型一誤差和型二誤差即可算出模型的區別正確率為：正確率＝1－失誤率＝$1-\dfrac{\text{型一誤差數}+\text{型二誤差數}}{\text{全部樣本數}}$。

表 1 交叉分類表

		實際情形	
		正常公司	違約公司
模型分類	正常公司	正確分類	型一誤差
	違約公司	型二誤差	正確分類

（二）模型配適度分析

此為本文第二個檢驗方法，為針對模型所估算出來的預測違約機率進行預測誤差的評分，以評估模型預測機率與實際情形之接近程度。

[8] 交叉分類表方式主要係在於檢驗模型透過最適臨界值以區別公司是否違約的區別能力與預測正確率情形。

1. 準確性 (Accuracy)

表示預測違約機率 (PD_i) 和實際觀測到的違約情形 (Y_i，以虛擬變數 0 和 1 表示，0 代表正常公司，1 代表違約公司) 接近程度，接近程度愈高表示違約機率的預測誤差愈小，預測的準確性愈高；而準確性之判斷，主要有以下兩種評估方式。

(1) QPS (Quadratic Probability Score)

QPS 的概念類似均方誤差 (Mean Squared Error)，評分公式如 (13) 式所示[9]，其中 N 為模型中的樣本家數，r 為違約與非違約之狀況，PD_{ij} 為預測第 i 家公司違約與非違約的機率、Y_{ij} 為實際觀測到的第 i 家公司違約與非違約情形，QPS 數值的範圍由 0 到 2，數值愈小表示預測誤差愈小，預測愈準確，數值為 0 則代表預測完全準確 (Perfect Accuracy)。

$$QPS = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{N}\left(PD_{ij} - Y_{ij}\right)^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}2\left(PD_i - Y_i\right)^2 \qquad (13)$$

(2) LPS (Log Probability Score)

如 (14) 式所示，LPS 的數值範圍由 0 到無限大，數值愈小表示預測愈準確，0 則代表預測完全準確[10]。QPS 和 LPS 之間的差異主要有二，第一為函數的表現不同，QPS 為平方而 LPS 為對數的函數；第二則為 LPS 評分中愈大的預測誤差所受到的

---

[9] (13) 式的 QPS，係 Diebold & Rudebusch (1989) 採取 Brier (1950) 提出評估下雨預測機率準確性的驗證指標。早期的 Brier (1950) 係利用類似式子：

$\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{N}(f_{ij} - E_{ij})^2$，預測下雨與否，其中：$f_{ij}$ 為預測下雨與未下雨的機率、E_{ij} 為實際觀測到的下雨與否情形、N 為預測之天數、r 為下雨與未下雨之情況 (下雨為 1、未下雨為 2)。舉例而言，若是僅觀察某一日是否下雨 ($N=1$)，當預測下雨的機率為 0.7 ($f_{11}=0.7$)，且實際上當日下雨，則 $E_{11}=1$；又因預測下雨的機率為 0.7，則預測未下雨的機率便為 0.3 ($f_{12}=0.3$)，同時因為當日下雨，所以 $E_{12}=0$；則 $QPS=[(0.7-1)^2+(0.3-0)^2]=2*[(0.7-1)^2]$。由前述可知，在機率預測的驗證上，由於下雨的機率為 (1-非下雨的機率)，因此可知機率預測上的誤差，在觀測情形為二元變數的情況下，預測誤差會呈現對稱之情形，故 (13) 式等號右邊第一式中之均方誤差可進一步改寫為等號右邊第二式的乘以 2 形式。

[10] 由於 LPS 公式中若出現 PD_i 為 1 或 0，會出現 ln0 而產生 LPS 無法計算的問題，因此本文在計算 LPS 時會先對違約機率為 0 或 1 加以修正，若違約機率為 0，則以該組樣本中大於 0 的最小違約機率除以 10 作為替代機率；若違約機率為 1，則以 1-0.0001 替代。

懲罰愈重[11]。

$$LPS = -\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left[\left(1-Y_i\right)\ln\left(1-PD_i\right)+Y_i\ln\left(PD_i\right)\right] \tag{14}$$

2. 校正能力 (Calibration)

此為比較平均預測違約機率和平均實際觀測情形的接近程度，以 (15) 式的 GSB (Global Squared Bias) 代表模型整體的預測配適度：

$$GSB = 2\left(\overline{PD}-\overline{Y}\right)^2 \tag{15}$$

其中，$\overline{PD}=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}PD_i$ ，$\overline{Y}=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}Y_i$ ，而其數值範圍介於 0 到 2，當平均預測違約機率 $\overline{PD}$ 等於平均實際觀測值 $\overline{Y}$ 時，此時 GSB=0 代表完全整體校正 (Perfect Global Calibration)。

參、研究設計

一、違約企業定義

根據 Moody's Investor Service 公司定義，一家企業若發生以下任何情形，包括公司債發行公司無法償付或延遲償付本金及利息,或依據美國聯邦破產法第 11 章申請破產保護[12]，則稱為違約。本文係採用較嚴謹的定義來判定企業的違約情形，以公司向美國聯邦破產法院申請清算 (第 7 章) 或重整 (第 11 章)，定義為違約企業，而申請日則作為違約發生日，違約日期則是參考 BankruptcyData.com 網站與美國標準普爾 (Standard & Poor's, S&P) 公司 COMPUSTAT 企業財務分析資料庫中的公司簡介[13]。

---

[11] 就直覺上而言，若有機率預測誤差，則表示 LPS 結構式中的預測違約機率與實際違約情形有所差異，故會使得結構式中括號加號左右兩邊的兩乘積項顯示較大之數值，因此當兩者差異愈大，在 LPS 之結構式中便會因預測違約機率與實際違約情形之不同呈現較大情形。

[12] 美國聯邦破產法第 11 章公司重整保護 (The U.S. Federal Bankruptcy Code - Chapter 11 Reorganization)，係希望公司能經由重整 (Reorganize) 獲得資本挹注並健全公司的財務狀況。

[13] BankruptcyData.com 提供近年超過 50,000 家向美國破產法院申請破產的公司基本資料及報導。

二、樣本選取與資料來源

本文以美國各產業上市公司為研究對象，以 1997 年至 2002 年間發生違約之 103 家美國上市公司為樣本[14]，同時採配對樣本之研究方式，依照 103 家違約公司隨機選取相同產業[15]、規模相近與相同期間的正常公司進行樣本配對，其中正常公司的選擇標準為：至 2002 年底為止未有違約情形發生，並且持續正常營運，且在預測期間淨值皆為正值之企業。此外，為了比較樣本配對比例對模型效力的影響性，本文將違約公司與正常公司的樣本配對比例區分為兩種組合，樣本組合 I 為 1：1 與樣本組合 II 之 1：2 兩組，故本文共擷取 103 家違約公司與 206 家配對的正常公司，研究總樣本家數為 309 家。而研究總樣本中 103 家違約企業的產業別與年度別家數統計與分佈狀況則置於表 2。

有關本文的變數資料來源，財務資料及市場股價資訊均取材自 COMPUSTAT 資料庫；各變數資料則取自公司發生違約時之最近一季與最近三個年度共四期期末之財報資料，而市場股價則為財報選取日前一年的每月股價。此外，正常公司的變數選取時點則依其配對的違約公司，採用相同時點之財務報表與股價資料來建立分析。

表 2 違約企業產業別與年度別家數統計

年度＼產業別	1997	1998	1999	2000	2001	2002	合計	百分比
農林漁礦業	0	0	0	0	2	0	2	1.94%
一般製造業	3	5	12	9	14	5	48	46.60%
電子製造業	1	1	1	6	3	0	12	11.65%
公用事業	0	0	0	1	6	0	7	6.80%
批發零售業	0	0	1	2	8	3	14	13.59%
服務業	0	0	2	3	11	1	17	16.50%
其他	0	0	0	1	1	1	3	2.91%
合計	4	6	16	22	45	10	103	100.00%

註：公用事業包含運輸、通信、電力、瓦斯等產業。

[14] 因為金融保險業行業性質特殊、且會計處理不同於其他行業，在資料的配合上較有可能產生問題，故予以剔除。

[15] 本文之產業分類係依據美國標準工業分類碼 (Standard Industrial Classification, SIC) 前兩碼分類。

三、模型建立與變數定義

(一) Merton 模型

本文的第一個模型為引用 Merton (1974) 所建立之模型。在該模型之下，若須求算違約機率，則須如下五個變數，相關變數定義則詳如下述：

1. 股權市值 (E)：以財報選取日之收盤股價乘以流通在外股數衡量[16]。
2. 股權變異 (σ_E)：依財報選取日前一年每月收盤股價，先計算其股價報酬率之月標準差，再乘以$\sqrt{12}$將之轉換為年標準差。
3. 違約點 (D)：根據 KMV 公司的實證研究發現，公司的違約點通常介於流動負債與總負債間，計算約為流動負債加 0.5 倍的長期負債[17]。而為了比較違約點選擇對模型效力的差異性，本文研究分別以 (A) 流動負債、(B) 流動負債加 0.5 倍長期負債、(C) 總負債，來計算違約點。
4. 無風險利率 (r_f)：以財報選取日當時美國一年期國庫券利率為無風險利率，資料來源為國際貨幣基金 (International Monetary Fund, IMF) 所出版之國際金融統計年報 (International Financial Statistics Yearbook)。
5. 期間 (t)：為比較分析不同長短的預測期間對於預測違約機率的正確率是否有所影響，故本文以公司違約發生時點前最近一季與最近三個年度共四期之期末財務資料分別估算公司一季、一年、二年、三年後的違約機率，故預測期間為一季、一年、二年、三年。

(二) Merton-Ohlson 模型

本文所建立的第二個模型，目的在於設法解決無股價訊息之非上市櫃公司在使用 Merton 模型計算違約機率時，因為無集中或店頭市場交易的股價資料，而無法由公司的股權市值與股權變異來估計資產價值與資產變異兩個變數之問題。以下則分別對 Merton-Ohlson 模型估計股權市值與股權變異兩變數進行詳細說明。

1. 股權市值

[16] 財報選取日係公司違約發生時點之前的最近一季與最近的三個年度共四期的期末時點。

[17] 詳見 Bohn (1999) 之介紹。

在 Merton-Ohlson 模型中股權市值的定義為以財報選取日之理論股權價值乘以流通在外股數來衡量，因此我們首先利用 Ohlson (1995) 所提出的線性資訊模型及股權評價模式來估計公司在違約日前一季、一年、二年、三年的理論股權價值。模型的建構方法已於前節介紹，但在此必須說明的是，有關線性資訊模型中所需之變數「其他資訊 v_t 」的定義一直是實證研究上存在的問題，其他資訊代表公司未來的獲利能力，Ohlson (1995) 並未具體說明 v_t 為何，因此必須由模式使用者自行規劃，在過去的實證研究中，有的學者忽略 v_t 的影響，有的視為常數項或殘差項，也有學者以其他的財務資訊如分析師盈餘預測來解釋此變數。由於 v_t 難以衡量，本文乃採忽略其他資訊的影響，即：$v_t = 0$ [18]，並發展出下列線性資訊模型 (LIM) 之迴歸式及股權評價模型 (EV) 之估計式：

$$\text{LIM：}\ x^a_{t+1} = \omega x^a_t + \varepsilon_{t+1} \tag{16}$$

$$\text{EV ：}\ EV_t = bv_t + \frac{\omega}{\left(1 + r_e - \omega\right)} x^a_t \tag{17}$$

模型中各變數說明詳如下述：

(1) 盈餘變數 (x_t)：第 t 期公司的盈餘，以每股表示的即為公司每股盈餘。

(2) 異常盈餘 (x^a_t)：Ohlson (1995) 定義異常盈餘為當期盈餘減期初資本投資的正常報酬， 亦即 $x^a_t = x_t - r_e \cdot bv_{t-1}$，其中資本投資的正常報酬為上一期的公司權益帳面價值 bv_{t-1} 乘上必要的資金成本 r_e。

(3) 權益帳面價值 (bv_t)：以每股淨值衡量。

(4) 權益資金成本 (r_e)：Frankel & Lee (1998) 認為在實證上，每家公司用 CAPM 所計算出的資金成本，與用固定資金成本所計算出的結果並無不同，過去一般實證研究多假設資金成本年利率為 12%[19]，由於本文係採季資料計算，故以每季 3%做為資金成本設算。

根據上述模式的建構，使用財報選取日前兩年共八季的異常盈餘

[18] 參考 Dechow et al. (1999) 與 Ota (2002) 文獻。

[19] 本文資金成本假設之依據為 Frankel & Lee (1998) 與 Dechow et al. (1999) 之文獻。

變數，以 Panel 資料由線性資訊模型 (LIM) 進行固定效果之迴歸分析[20]，並將迴歸所得的係數 ω 代入股權評價模型之估計式 (EV)，則可估算出各公司各期的理論股權價值 EV_t，再乘以流通在外股數，即為估計的股權市值。

2. 股權變異

除了估計股權市值，我們尚須估計股權變異，才能代入 Merton 模型進行違約機率的估算。在 Merton-Ohlson 模型中股權變異之估算，本文係根據股權評價模型 (EV) 之估計式進行股權變異的推導，為了簡化推導過程，假設 $Var(bv)=0$ 與 $Cov(bv_t, x_t)=0$，因此股權理論價值可以下式表示：

$$EV_t = bv_t + \frac{\omega}{(1+r_e-\omega)} x_t^a$$

$$= bv_t + \frac{\omega}{(1+r_e-\omega)} \cdot (x_t - r_e \cdot bv_{t-1})$$

$$= bv_t + \mathrm{a}x_t - a \cdot r_e \cdot bv_{t-1} \tag{18}$$

其中：$a = \dfrac{\omega}{(1+r_e-\omega)}$。

而股權理論價值變異則為：

$$Var(EV_t) = a^2 \cdot Var(x_t) \tag{19}$$

$$\sigma_{EV} = a \cdot \sigma_x \tag{20}$$

經由上式可推導得出股權理論價值變異與每股盈餘波動度間具有比例之關係；而根據 Ohlson (1995) 理論，本文所建立的股權評價模式 (EV) 乃表示股權價值由表達公司當期獲利能力的帳面價值和盈餘所組成，其中帳面價值代表公司股權價值的一種存量衡量，而盈餘係衡量價值之變動部分；公司定期發佈的每股盈餘變化為市場判斷公司獲利能力或獲利

[20] 參考 Dechow et al. (1999) 採用混合橫斷面與時間序列之 Panel 資料迴歸分析。

穩定性之指標，公司股價往往也會因而有所改變，因此每股盈餘的變化為影響股價波動的因素，故根據前述股權理論價值變異之推導結果，本文以財報選取日前兩年共八季之每季每股盈餘計算其季標準差，再乘以 $\sqrt{4}$ 轉換為年標準差，經由 (20) 式求算股權理論價值變異作為 Merton 模型中股權變異之替代變數。最後，將估計的股權價值與股權變異代入 Merton 模型，即可建立本文之 Merton-Ohlson 模型，並估算出公司資產價值、資產變異、違約距離與違約機率四項變數，以進行模型效力的檢定與比較。而我們認為相較於 KMV 公司所發展出的 PFM 模型，本文所建立之 Merton-Ohlson 模型是較具理論基礎的[21]。

(三) 模型效力檢定

在模型正確率分析的部份，本文將所蒐集的樣本隨機再分成樣本內 (In-Sample) 之訓練組與樣本外 (Out-Sample) 之預測組兩組，先利用訓練組之樣本建立最適門檻後，再由預測組樣本依據最適門檻進行預期違約公司與正常公司的分類，區別標準的步驟如下所述。

首先將訓練組所估算之違約機率標準化為分數 (Score)，再將樣本依分數由高至低排序，然後利用試誤法，將分數依照「最大化模型正確率下，追求最小型一誤差」之最適化條件找出模型中的最適臨界值 (Cutoff Point)，接著再將訓練組每一樣本的分數與最適臨界值做比較，分數排序順位若高於臨界值則歸類為預期違約公司，若低於臨界值則歸類為預期正常公司，此時所求出的正確率即為最適正確率。接著進行樣本外預測，首先同樣將預測組樣本的違約機率轉化成為分數，再與樣本內所建構之最適臨界值做比較，區別出預期正常公司和預期違約公司，並求出型一、型二誤差和正確率以檢驗所建構模型的預測區別能力和預測正確性。

而在模型配適度分析上，本文則依相同樣本分別建立 Merton 模型與 Merton-Ohlson 模型，並以 QPS、LPS、GSB 三個評分指標來比較 Merton 模型、Merton-Ohlson 模型與 PFM 三個模型整體的配適度。

[21] 相關說明詳見本文第一節所述。

肆、實證分析

為了說明與比較本文建立之 Merton-Ohlson 模型於實務上之應用性，我們首先利用同一組美國上市公司資料，建立兩個信用風險模型；而這兩個信用風險模型，一為一般以實際股價估算之權益市場價值，作為投入變數的傳統 Merton 模型；另一則為利用公司會計資訊，透過 Ohlson (1995) 模型估算公司之權益理論價值，進而重新建構的 Merton 模型，本文稱為 Merton-Ohlson 之模型。接著，本文則依據建立之 Merton 模型及 Merton-Ohlson 模型進行企業違約機率之估算，並採用兩種方式檢定模型之績效。最後，本文亦以兩種檢定模型效力之方式，進一步地觀察本文建立的 Merton-Ohlson 模型與 KMV 公司所發展的 PFM 模型預測違約之效力情形。

一、模型正確率分析

根據交叉分類表，可針對模型進行全樣本與分樣本內樣本外之效力檢驗，本文採用三種指標，分別為正確率、型一誤差與型二誤差，來評估模型區別違約的正確率，並就 Merton 模型與 Merton-Ohlson 模型結果進行說明，結果則置於表 3 至表 8 之中。

首先我們就模型全樣本進行整體初步的概述，接著將全樣本分為樣本內與樣本外兩組，透過樣本內訓練組建構出最適臨界值之模組，最後套用樣本外預測組資料來驗證模型的預測區別正確率。除此之外，本文分別比較不同期間的資料、不同違約點設定與不同樣本配對比例對模型效力的影響[22]，其中 I、II 分別表示樣本配對比例為 1：1 與 1：2；而 (A)、(B)、(C) 則表示將違約點設定為流動負債、流動負債加 0.5 倍長期負債以及總負債。模型效力則分成正確率、型一誤差與型二誤差三種指標，除了正確率代表模型整體的預測區別效力外，在分析上我們會較強調型一誤差，因為若銀行或投資人誤將違約公司判斷為未違約公司，將會遭受到重大違約損失或利息本金之損失。

[22] 為方便觀察比較，本節各表格中將以粗體表示各種組合中表現最佳之指標，包括正確率最高與型一誤差、型二誤差最低之情形。

(一) Merton 模型

Merton 模型之交叉分類表結果，如表 3 與表 4 所示，其中，表 3 為全樣本的最適正確率比較表，表 4 為分樣本內樣本外兩組的正確率比較表。由表 3 可知，就整體而言，各組模型的最適正確率皆在七成以上，此表示 Merton 模型具有一定程度的預測區別準確性。此外，比較不同預測期間的差異，可發現愈接近違約時點，各組合 (I、II；A、B、C) 的模型正確率愈高、型一誤差愈低，此亦表示 Merton 模型強調即時偵測的特性，尤以違約發生前一季與前一年之模型預測正確率遠高於前二年與前三年，說明了利用太久遠的歷史財報資料或股價因為失去時效性，預測能力也會大打折扣，而 Merton 模型最大的優點在於可利用即時性的市場股價衡量出公司每日違約風險的變動情形，因此根據本文結果可推測 Merton 模型較適用於預測期間較短之違約情形。

接著比較不同樣本配對比例 (I、II) 的差別，表 3 顯示 Merton I 的正確率遠比 Merton II 要高，尤其型一誤差明顯降低很多，大致維持在 30% 以下，而 Merton II 的型一誤差則比 Merton I 高了兩倍之多，究其原因，可能是因為在 Merton II 中違約公司與正常公司配對比例為 1：2，由於樣本中正常公司所佔比例較大，因此最適臨界值的選取可能會偏重於使較多的正常公司分類正確，結果使最適臨界值較 Merton I 大，導致實際違約的公司較容易被分類為正常公司，型一誤差因而增加，因此樣本配對比例的選擇會影響模型的效力，如何找出合適的配對比例則為未來模型使用上須注意的地方。

關於違約點的設定，整體而言三種設定的差異並不大，但是以 (A) 流動負債與 (B) 流動負債加 0.5 倍長期負債的結果較為穩定，尤其以前一季與前一年表現較佳，而 (C) 總負債的正確率在前一季和前一年時稍微略低，但在前兩年和前三年則較高，由此結果我們可以推測若預測期間在一年之內，一般會以公司的短期償債能力衡量違約風險，因此以流動負債為違約點之設定可能較為合適；而若預測期間在兩年以上，則違約點以考量長期和短期負債特質的總負債來表示較為合適，故違約點設定與預測期間的配合亦為未來模型考量的重點之一。

表 3 Merton 模型正確率比較（全樣本）

準確性\ 模型		Merton I (A)	Merton I (B)	Merton I (C)	Merton II (A)	Merton II (B)	Merton II (C)
前一季	正確率	**87.93%**	**87.93%**	87.07%	**79.89%**	79.31%	79.31%
	型一誤差	**5.17%**	6.90%	8.62%	**12.07%**	24.14%	**12.07%**
	型二誤差	18.97%	**17.24%**	**17.24%**	24.14%	**18.97%**	25.00%
前一年	正確率	**86.84%**	**86.84%**	85.53%	**77.19%**	76.75%	76.75%
	型一誤差	15.79%	**13.16%**	**13.16%**	**42.11%**	43.42%	43.42%
	型二誤差	**10.53%**	13.16%	15.79%	**13.16%**	**13.16%**	**13.16%**
前二年	正確率	**78.40%**	77.16%	77.78%	74.07%	**74.90%**	**74.90%**
	型一誤差	23.46%	13.58%	**12.35%**	**46.91%**	51.85%	51.85%
	型二誤差	**19.75%**	32.10%	32.10%	15.43%	**11.73%**	**11.73%**
前三年	正確率	73.33%	**74.00%**	**74.00%**	**72.00%**	71.56%	71.56%
	型一誤差	**24.00%**	**24.00%**	32.00%	60.00%	**58.67%**	60.00%
	型二誤差	29.33%	28.00%	**20.00%**	**12.00%**	13.33%	12.67%

註 1：Merton I 模型四組預測期間的有效樣本數為前一季 116、前一年 152、前二年 162、前三年 150；Merton II 模型四組預測期間的有效樣本數為前一季 174、前一年 228、前二年 243、前三年 225。

註 2：I、II 表示樣本配對比例為 1：1 與 1：2；（A）、（B）、（C）表示違約點設定為流動負債、流動負債加 0.5 倍長期負債與總負債；前一季、前一年、前二年、前三年表示違約發生前一季、一年 、二年、三年。

為了驗證 Merton 模型的預測區別能力，表 4 將樣本再分為樣本內與樣本外並分析其結果。在訓練樣本中，除了同樣具有表 3 全樣本所述之發現外，在樣本外預測方面，預測期間為前一季之各組合 (I、II；A、B、C) 正確率均在 85%以上、型一誤差皆為 0，此表示就本文之研究而言，Merton 模型的預測區別能力在預測期間為一季時有不錯的表現；換言之，當我們欲以 Merton 模型評估一家公司未來一季的違約風險時，除了估算其違約機率之外，可利用臨界值進一步區別公司是否違約，而區別的正確率約達九成。

綜合以上分析，我們發現 Merton 模型具有即時偵測的特性，此外，不同的樣本比例或變數設定都可能影響模型在預測區別方面的正確率，因此，就本文結果而言，未來在建構預警模型時，若能在樣本配對比例、違約點的設定上找出較合適的組合，以本文觀察之 Merton 模型在估算期間一年內的正確率和預測區別能力都有不錯表現來看，其可為一個預測企業短期內是否發生違約的良好參考工具。

表 4 Merton 模型正確率比較(分樣本內與樣本外)

準確性\ 模型		Merton I (A)	Merton I (B)	Merton I (C)	Merton II (A)	Merton II (B)	Merton II (C)
In-Sample							
前一季	正確率	**86.25%**	**86.25%**	**86.25%**	**77.50%**	75.83%	76.67%
	型一誤差	7.50%	**2.50%**	5.00%	**17.50%**	22.50%	**17.50%**
	型二誤差	**20.00%**	25.00%	22.50%	**25.00%**	**25.00%**	26.25%
前一年	正確率	**87.50%**	**87.50%**	86.25%	**75.83%**	**75.83%**	**75.83%**
	型一誤差	**10.00%**	**10.00%**	12.50%	**15.00%**	17.50%	22.50%
	型二誤差	**15.00%**	**15.00%**	**15.00%**	28.75%	27.50%	**25.00%**
前兩年	正確率	**73.75%**	72.50%	72.50%	68.33%	**70.00%**	**70.00%**
	型一誤差	30.00%	27.50%	**15.00%**	**50.00%**	**50.00%**	**50.00%**
	型二誤差	**22.50%**	27.50%	40.00%	22.50%	**20.00%**	**20.00%**
前三年	正確率	68.75%	**71.25%**	70.00%	71.67%	**72.50%**	**72.50%**
	型一誤差	40.00%	37.50%	**35.00%**	**55.00%**	57.50%	57.50%
	型二誤差	22.50%	**20.00%**	25.00%	15.00%	**12.50%**	**12.50%**
Out-Sample							
前一季	正確率	**91.67%**	86.11%	86.11%	**85.19%**	**85.19%**	**85.19%**
	型一誤差	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**
	型二誤差	**16.67%**	27.78%	27.78%	**22.22%**	**22.22%**	**22.22%**
前一年	正確率	**83.33%**	**83.33%**	**83.33%**	**77.78%**	74.07%	74.07%
	型一誤差	**13.89%**	**13.89%**	16.67%	**16.67%**	25.00%	27.78%
	型二誤差	19.44%	19.44%	**16.67%**	**25.00%**	26.39%	**25.00%**
前兩年	正確率	81.71%	80.49%	**82.93%**	78.86%	**79.67%**	**79.67%**
	型一誤差	19.51%	19.51%	**9.76%**	**51.22%**	53.66%	53.66%
	型二誤差	**16.67%**	19.05%	23.81%	6.10%	**3.66%**	**3.66%**
前三年	正確率	72.86%	75.71%	**78.57%**	**70.48%**	69.52%	69.52%
	型一誤差	40.00%	34.29%	**28.57%**	**60.00%**	65.71%	65.71%
	型二誤差	**14.29%**	**14.29%**	**14.29%**	14.29%	**12.86%**	**12.86%**

註 1：Merton I 模型四組預測期間的有效樣本數(樣本內/樣本外)為前一季 80/36、前一年 80/72、 前二年 80/82、前三年 80/70 家；Merton II 模型四組預測期間的有效樣本數(樣本內/樣本外)為前一季 120/54、前一年 120/108、前二年 120/123、前三年 120/105 家。

註 2：參照表 3 註 2。

(二) Merton-Ohlson 模型

本文建立 Merton-Ohlson 模型，目的在於設法解決無股價之非上市櫃公司以及若干股價可能存在泡沫效果之公司，使用 Merton 模型時的問題，我們所使用的方法為由 Ohlson (1995) 模型估計出公司的理論股權價值與理論股權變異，再代入 Merton (1974) 模型估算出公司的違約機率，並同樣利用交叉分類表進行全樣本與分樣本內樣本外的效力檢驗。除了評估 Merton-Ohlson 模型效力及預測區別能力外；另外，將相同的樣本以真實股價再次建立 Merton 模型，據以比較並探討 Merton-Ohlson 模型相對於 Merton 模型的效力。兩模型的正確率比較結果如表 5 至表 8 所示，

其中，表 5 與表 6 為兩模型全樣本的正確率比較表，表 7 與表 8 則為分樣本內樣本外的正確率比較表。

首先由表 5 與表 6 可觀察出，Merton-Ohlson 模型就整體而言，各組模型的最適正確率皆在七成五以上，型一誤差都在三成以下，尤其是 Merton-Ohlson I 模型的正確率都在八成以上，這顯示 Merton-Ohlson 模型具有一定程度的預測區別準確性。此外，比較不同預測期間的差異，愈接近違約時點，各組合 (I、II；A、B、C) 的模型正確率愈高、型一誤差愈低，此亦表示 Merton-Ohlson 模型仍然具有 Merton 模型的即時偵測特性。

接著將兩模型相互比較[23]，結果發現以整體正確率而言，Merton-Ohlson 模型的效力較 Merton 模型提升，尤其以前兩年與前三年提升的幅度最大，正確率提高約 4%～8%，拉長了 Merton 模型有效的預測期間，究其原因可能在於研究樣本中 2001 年的違約公司占多數，因此違約時點前二年、前三年的變數資料也以 1998 年與 1999 年最多，而美國股市在 1998 年底至 2000 年間因亞洲金融風暴及歐日積弱不振帶動的全球資金挹注下，納斯達克指數 (Nasdaq Composite Index) 一度從 1500 點狂飆至 5000 點，股市不斷創新高，然而泡沫也愈形擴大，終至 2000 年初，道瓊工業指數及納斯達克指數才因泡沫破滅而急速崩盤。股市的泡沫造成 1998 與 1999 兩年公司的股價過度高估，Merton 模型的特色在於以即時性股價反映公司短期內之情形，因此以兩三年前高估的股價來預測，使有問題的公司反而不易被察覺；而 Ohlson (1995) 模型估計的理論股權價值係以財務報表資料為基礎，其剛好修正了股價泡沫，推論此為 Merton-Ohlson 模型在前二年與前三年的正確率較 Merton 模型大為提高的原因。

而以型一誤差來觀察，可發現預測期間在前一季與前一年以 Merton 模型較低，但是預測期間在前二年與前三年則以 Merton-Ohlson 模型較低，由此可以推論，市場基礎的 Merton (1974) 結構式模型因為含有市場股價資訊，因此當預測時點愈靠近違約發生時點，股價所反映的市場資訊內涵就愈明顯。

[23] 表 5 至表 8 中 Merton 模型之正確率結果與表 3 至表 4 的結果不同，原因在於表 5 至表 8 乃根據 Merton-Ohlson 模型的相同樣本所建立，樣本數較少且樣本組成不盡相同之故。

表 5 Merton I 與 Merton-Ohlson I 模型正確率比較(全樣本)

準確性\ 模型		Merton I (A)	Merton I (B)	Merton I (C)	Merton-Ohlson I (A)	Merton-Ohlson I (B)	Merton-Ohlson I (C)
前一季	正確率	80.30%	80.30%	78.79%	**89.39%**	**87.88%**	**87.88%**
	型一誤差	18.18%	**3.03%**	**3.03%**	**6.06%**	9.09%	9.09%
	型二誤差	21.21%	36.36%	39.39%	**15.15%**	**15.15%**	**15.15%**
前一年	正確率	86.11%	**87.50%**	**86.11%**	**87.50%**	86.11%	**86.11%**
	型一誤差	**11.11%**	11.11%	**2.78%**	13.89%	**8.33%**	8.33%
	型二誤差	16.67%	**13.89%**	25.00%	**11.11%**	19.44%	**19.44%**
前二年	正確率	76.32%	76.32%	75.00%	**84.21%**	**84.21%**	**84.21%**
	型一誤差	23.68%	23.68%	**10.53%**	**15.79%**	**15.79%**	15.79%
	型二誤差	23.68%	23.68%	39.47%	**15.79%**	**15.79%**	**15.79%**
前三年	正確率	75.76%	77.27%	77.27%	**81.82%**	**81.82%**	**81.82%**
	型一誤差	**21.21%**	**21.21%**	**21.21%**	24.24%	24.24%	24.24%
	型二誤差	27.27%	24.24%	24.24%	**12.12%**	**12.12%**	**12.12%**

註 1：Merton-Ohlson I 與 Merton I 模型採相同樣本，其四組預測期間的有效樣本數為前一季 66、前一年 72、前二年 76、前三年 66 家。

註 2：參照表 3 註 2。

表 6 Merton II 與 Merton-Ohlson II 模型正確率比較(全樣本)

準確性\ 模型		Merton II (A)	Merton II (B)	Merton II (C)	Merton-Ohlson II (A)	Merton-Ohlson II (B)	Merton-Ohlson II (C)
前一季	正確率	**76.77%**	75.76%	75.76%	80.81%	**81.82%**	**81.82%**
	型一誤差	**18.18%**	**18.18%**	**18.18%**	**24.24%**	27.27%	27.27%
	型二誤差	**25.76%**	27.27%	27.27%	16.67%	**13.64%**	**13.64%**
前一年	正確率	**77.78%**	**77.78%**	76.85%	78.70%	**79.63%**	78.70%
	型一誤差	**13.89%**	16.67%	16.67%	**13.89%**	16.67%	19.44%
	型二誤差	26.39%	**25.00%**	26.39%	25.00%	**22.22%**	**22.22%**
前二年	正確率	71.93%	**72.81%**	**72.81%**	**77.19%**	**77.19%**	**77.19%**
	型一誤差	57.89%	57.89%	**55.26%**	**23.68%**	**23.68%**	**23.68%**
	型二誤差	13.16%	**11.84%**	13.16%	**22.37%**	**22.37%**	**22.37%**
前三年	正確率	72.73%	72.73%	**74.75%**	**76.77%**	**76.77%**	**76.77%**
	型一誤差	60.61%	42.42%	**33.33%**	33.33%	**27.27%**	**27.27%**
	型二誤差	**10.61%**	19.70%	21.21%	**18.18%**	21.21%	21.21%

註 1：Merton-Ohlson II 與 Merton II 模型採相同樣本，其四組預測期間的有效樣本數為前一季 99、前一年 108、前二年 114、前三年 99 家。

註 2：參照表 3 註 2。

此外，本文將樣本再分為樣本內與樣本外，並將結果置於表 7 與表 8，在樣本內的結果中仍可發現前述類似之結果，但效果並不如前明顯；而在樣本外預測方面，Merton-Ohlson 模型的正確率大體上較 Merton

(1974) 模型提高，且樣本外的表現大都比樣本內來的差。根據上述結果，推論可能與樣本量不足有所關係，由於受限於 Ohlson (1995) 模型需要連續四年的季資料，造成 Merton-Ohlson 模型的有效樣本數減少，若再分為樣本內樣本外，則樣本數約各只有 30 家，而樣本太少可能會影響模型的預測區別能力，故若能增加樣本數或許能改善此問題。

綜合上述分析，本文將 Ohlson (1995) 模型應用於 Merton (1974) 模型違約風險的衡量上，所建立之 Merton-Ohlson 模型，對模型的效力和預測區別能力均有不錯之結果，替非上市櫃的無股價企業或股價無法真實反映的企業提供另一個違約機率估算的解決管道。

表 7 Merton I 與 Merton-Ohlson I 模型正確率比較(分樣本內樣本外)

準確性\ 模型		Merton I (A)	Merton I (B)	Merton I (C)	Merton-Ohlson I (A)	Merton-Ohlson I (B)	Merton-Ohlson I (C)
In-Sample							
前一季	正確率	83.33%	**86.11%**	**86.11%**	**91.67%**	**91.67%**	**91.67%**
	型一誤差	11.11%	**5.56%**	**5.56%**	**11.11%**	**11.11%**	**11.11%**
	型二誤差	**22.22%**	**22.22%**	**22.22%**	**5.56%**	**5.56%**	**5.56%**
前一年	正確率	**83.33%**	**83.33%**	80.56%	**88.89%**	**88.89%**	**88.89%**
	型一誤差	22.22%	16.67%	**5.56%**	**5.56%**	**5.56%**	**5.56%**
	型二誤差	**11.11%**	16.67%	33.33%	**16.67%**	**16.67%**	**16.67%**
前兩年	正確率	**83.33%**	**83.33%**	80.56%	**88.89%**	**88.89%**	**88.89%**
	型一誤差	33.33%	**27.78%**	**27.78%**	**11.11%**	**11.11%**	**11.11%**
	型二誤差	**0.00%**	5.56%	11.11%	**11.11%**	**11.11%**	**11.11%**
前三年	正確率	72.22%	**75.00%**	**75.00%**	75.00%	75.00%	**77.78%**
	型一誤差	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	33.33%	**11.11%**	**11.11%**
	型二誤差	22.22%	**16.67%**	**16.67%**	**16.67%**	38.89%	33.33%
Out-Sample							
前一季	正確率	**73.33%**	**73.33%**	70.00%	**80.00%**	**80.00%**	**80.00%**
	型一誤差	6.67%	**0.00%**	6.67%	**20.00%**	**20.00%**	**20.00%**
	型二誤差	**46.67%**	53.33%	53.33%	**20.00%**	**20.00%**	**20.00%**
前一年	正確率	83.33%	**91.67%**	**91.67%**	80.56%	**83.33%**	**83.33%**
	型一誤差	22.22%	5.56%	**0.00%**	16.67%	**11.11%**	**11.11%**
	型二誤差	**11.11%**	**11.11%**	16.67%	**22.22%**	**22.22%**	**22.22%**
前二年	正確率	67.50%	**70.00%**	**70.00%**	75.00%	**80.00%**	77.50%
	型一誤差	55.00%	50.00%	**45.00%**	30.00%	**20.00%**	**20.00%**
	型二誤差	**10.00%**	**10.00%**	15.00%	**20.00%**	**20.00%**	25.00%
前三年	正確率	**76.67%**	**76.67%**	**76.67%**	**83.33%**	80.00%	80.00%
	型一誤差	**6.67%**	20.00%	20.00%	**6.67%**	**6.67%**	**6.67%**
	型二誤差	40.00%	**26.67%**	**26.67%**	**26.67%**	33.33%	33.33%

註 1：Merton-Ohlson I 與 Merton I 模型採相同樣本，其四組預測期間的有效樣本數(樣本內/樣本外)為前一季 36/30、前一年 36/36、前二年 36/40、前三年 36/30 家。
註 2：參照表 3 註 2。

表 8 Merton II 與 Merton-Ohlson II 模型正確率比較(分樣本內樣本外)

準確性\ 模型		Merton II (A)	Merton II (B)	Merton II (C)	Merton-Ohlson II (A)	Merton-Ohlson II (B)	Merton-Ohlson II (C)
In-Sample							
前一季	正確率	**83.33%**	**83.33%**	**83.33%**	83.33%	**85.19%**	**85.19%**
	型一誤差	**16.67%**	**16.67%**	**16.67%**	**11.11%**	27.78%	27.78%
	型二誤差	**16.67%**	**16.67%**	**16.67%**	19.44%	**8.33%**	**8.33%**
前一年	正確率	77.78%	**79.63%**	**79.63%**	81.48%	**83.33%**	81.48%
	型一誤差	**22.22%**	55.56%	55.56%	16.67%	**11.11%**	16.67%
	型二誤差	22.22%	**2.78%**	**2.78%**	**19.44%**	**19.44%**	**19.44%**
前兩年	正確率	74.07%	**75.93%**	74.07%	**77.78%**	77.78%	77.78%
	型一誤差	33.33%	**27.78%**	**27.78%**	**11.11%**	16.67%	16.67%
	型二誤差	**22.22%**	**22.22%**	25.00%	27.78%	**25.00%**	**25.00%**
前三年	正確率	72.22%	72.22%	**75.93%**	**70.37%**	**70.37%**	**70.37%**
	型一誤差	50.00%	**38.89%**	44.44%	77.78%	**44.44%**	**44.44%**
	型二誤差	16.67%	22.22%	**13.89%**	**5.56%**	22.22%	22.22%
Out-Sample							
前一季	正確率	**66.67%**	**66.67%**	**66.67%**	75.56%	**77.78%**	**77.78%**
	型一誤差	**20.00%**	**20.00%**	**20.00%**	**20.00%**	26.67%	26.67%
	型二誤差	**40.00%**	**40.00%**	**40.00%**	26.67%	**20.00%**	**20.00%**
前一年	正確率	**74.07%**	**74.07%**	**74.07%**	**75.93%**	**75.93%**	**75.93%**
	型一誤差	**22.22%**	50.00%	50.00%	**22.22%**	**22.22%**	**22.22%**
	型二誤差	27.78%	**13.89%**	**13.89%**	**25.00%**	**25.00%**	**25.00%**
前二年	正確率	66.67%	**68.33%**	**68.33%**	**71.67%**	**76.67%**	**76.67%**
	型一誤差	55.00%	50.00%	**45.00%**	**30.00%**	**30.00%**	**30.00%**
	型二誤差	**22.50%**	**22.50%**	25.00%	27.50%	**20.00%**	**20.00%**
前三年	正確率	68.89%	71.11%	**73.33%**	66.67%	**84.44%**	82.22%
	型一誤差	26.67%	**20.00%**	**20.00%**	80.00%	**6.67%**	13.33%
	型二誤差	33.33%	33.33%	**30.00%**	**10.00%**	20.00%	20.00%

註 1：Merton-Ohlson II 與 Merton II 模型採相同樣本，其四組預測期間的有效樣本數(樣本內/樣本外)為前一季 54/45、前一年 54/54、前二年 54/60、前三年 54/45 家。

註 2：參照表 3 註 2。

二、模型配適度分析

本文第二節所述之模型效力檢定方法中，第一個檢驗法則的方法主要在於檢驗 Merton 模型與 Merton-Ohlson 模型，透過最適臨界值區別公司是否違約之區別能力與預測正確率，而第二個檢驗方法則不受臨界值大小影響，乃直接對模型所估算出來的預測違約機率與實際情形之接近程度，進行預測誤差的評分，以評估模型整體的配適度。

因此，下面將建立 QPS、LPS、GSB 三個評分指標以評估預測機率的準確性和校正能力，並以相同的樣本分別建立 Merton 模型與 Merton-Ohlson 模型，對兩個模型整體的配適度進行比較，表 9 則為兩模型在樣本配對比例 1：1 下的評分結果，表 10 為兩模型在樣本配對比例 1：2 下的評分結果。

在表 9 中，首先觀察預測準確性的評分指標 QPS 與 LPS，可以發現 Merton-Ohlson 模型的 QPS 在四個預測期間皆較 Merton 模型小，也就是預測誤差較小，預測準確性較高，但 LPS 在預測期間前二年與前三年則與 QPS 相反，以 Merton 模型的 LPS 較小，由於 LPS 與 QPS 兩個評分指標都是在檢驗預測機率的準確性，而他們的主要差異在於 LPS 評分中愈大的預測誤差所受到的懲罰愈重，因此推論在前兩年和前三年這兩個期間的 Merton-Ohlson 模型中，存在著預測誤差較大的公司，造成 QPS 較小但 LPS 較大的情形產生。此外，在預測校正能力的部分，我們以 GSB 評分指標檢驗，發現結果仍以 Merton-Ohlson 模型的 GSB 較小，表示其平均的預測校正能力較高，因此整體而言，Merton-Ohlson 模型所預測的違約機率是具不錯之預測績效的。

而表 10 則為以樣本配對比例為 1：2 的樣本分別建立之 Merton 模型與 Merton-Ohlson 模型，其結果與表 9 類似，均為以 Merton-Ohlson 模型的預測績效較佳。此外，將樣本比例 I 與 II 相比較，發現 II 的三個評分指標數值皆比 I 小，這是由於 II 的正常公司家數較 I 多一倍，且在本文中所計算之正常公司的違約機率大多接近 0，因此經由較多的正常公司稀釋下，預測誤差相對會變得較小。

經由表中三個評分指標結果，可知 Merton 模型與 Merton-Ohlson 模型的評分數值皆很小，此表示違約機率與實際違約情形的預測誤差並不大，也說明了兩模型的整體配適度都很不錯，而其中又以 Merton-Ohlson 模型的預測績效較佳。因此，也再次驗證了本文所建立之 Merton-Ohlson 模型可提供無股價企業或股價無法真實反應的企業，另一個違約機率估算之方法。

表 9 Merton I 與 Merton-Ohlson I 模型評分比較(全樣本)

配適度\ 模型		Merton I (A)	Merton I (B)	Merton I (C)	Merton-Ohlson I (A)	Merton-Ohlson I (B)	Merton-Ohlson I (C)
前一季	**QPS**	0.9073	0.9068	0.9064	0.6497	0.6356	**0.6277**
	LPS	4.4527	3.8272	3.7111	3.0067	2.8093	**2.7146**
	GSB	0.4409	0.4388	0.4379	0.2510	0.2396	**0.2343**
前一年	**QPS**	0.8320	0.8168	0.8112	0.4325	0.4312	**0.4244**
	LPS	2.0534	1.7899	1.7362	1.5150	1.5467	**1.4675**
	GSB	0.4000	0.3901	0.3864	0.0925	0.0852	**0.0801**
前二年	**QPS**	0.7740	0.7427	0.7299	0.5915	0.5477	**0.5321**
	LPS	2.2443	1.7586	**1.6220**	2.5518	2.2136	2.2675
	GSB	0.3552	0.3336	0.3237	0.1239	0.1004	**0.0910**
前三年	**QPS**	0.7875	0.7480	0.7313	0.5861	0.5497	**0.5357**
	LPS	2.0770	1.6128	**1.4791**	2.6036	2.3718	2.3233
	GSB	0.3399	0.3055	0.2895	0.1485	0.1248	**0.1144**

註 1：Merton-Ohlson I 與 Merton I 模型採相同樣本，其四組預測期間的有效樣本數為前一季 66、前一年 72、前二年 76、前三年 66 家。

註 2：參照表 3 註 2。

表 10 Merton II 與 Merton-Ohlson II 模型評分比較(全樣本)

配適度\ 模型		Merton II (A)	Merton II (B)	Merton II (C)	Merton-Ohlson II (A)	Merton-Ohlson II (B)	Merton-Ohlson II (C)
前一季	**QPS**	0.6292	0.6315	0.6327	0.4546	0.4457	**0.4408**
	LPS	3.0101	2.6116	2.5270	2.1421	2.0163	**1.9563**
	GSB	0.1752	0.1727	0.1714	0.0975	0.0917	**0.0889**
前一年	**QPS**	0.5812	0.5737	0.5709	0.3473	0.3584	**0.3599**
	LPS	1.4162	1.2473	1.2149	1.2262	1.1936	**1.1493**
	GSB	0.1484	0.1418	0.1391	0.0170	0.0125	**0.0101**
前二年	**QPS**	0.4613	0.4527	0.4492	0.4246	0.4145	**0.4130**
	LPS	1.4085	1.1118	**1.0313**	1.5834	1.4253	1.4386
	GSB	0.1183	0.1060	0.0999	0.0235	0.0144	**0.0109**
前三年	**QPS**	0.5547	0.5298	0.5198	0.4748	0.4581	**0.4531**
	LPS	1.4317	1.1264	**1.0406**	2.2538	1.9271	1.8311
	GSB	0.1213	0.1051	0.0970	0.0288	0.0192	**0.0152**

註 1：Merton-Ohlson II 與 Merton II 模型採相同樣本，其四組預測期間的有效樣本數為前一季 99、前一年 108、前二年 114、前三年 99 家。

註 2：參照表 3 註 2。

三、與 PFM 之比較

以 Merton 模型衡量無股價之非上市櫃公司違約風險的國外相關研究中，KMV 發展了一套衡量無股價公司的信用風險模型 (PFM)[24]，該模型針對不同國家或產業，透過有股價資訊的上市公司，找到與資產價值及資產變異具相關性的財務變數，並利用迴歸方式取得之間的關係，進而將無股價公司的財務變數套用至迴歸式，以推估無股價公司的資產價值與資產變異。

本小節則是探討 PFM 與本文所建立的 Merton-Ohlson 模型間的績效差異。於 PFM 模型的建立過程中，本文首先將前述實證研究中的 Merton-Ohlson I 模型樣本視為無股價公司，並選取其他公司樣本作為有股價公司樣本資料[25]，透過迴歸分析的方式估計無股價公司的資產價值與資產變異，並進行違約機率估算，接著方就實證結果的預測正確率與本文之 Merton-Ohlson I 模型進行分析比較。而有關 KMV 之無股價公司資產價值與資產變異的估計方法則說明如下。

1. 以稅前息前折舊前淨利估計資產價值

根據 KMV 之研究，公司資產價值係反映投資人對公司未來營運現金流量的預期，而稅前息前折舊前淨利 (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization, EBITDA) 則可反映公司未來營運現金流量狀況，故於 PFM 中即利用 EBITDA 來估計公司資產價值。此外 KMV 尚考量產業之差異，即不同產業下的 EBITDA 與資產價值間的關係應有所不同，故其依公司產業不同分別計算迴歸式。

而本文亦採上述之方法，分別計算有股價公司樣本 1995 年至 2001 年資產價值與 EBITDA 間之迴歸式[26]，但考量本文使用之有股價公司樣本僅有 133 家，故在此不將公司依產業不同分別計算迴歸式。

2. 以公司規模估計資產變異

KMV 認為由於大公司因規模較大，或因多角化經營，因此受經濟變動的影響性應較小公司為低，所以公司的規模與資產變異間存在相關性。因此本文以公司的銷貨收入作為公司規模的替代變數，分別計算有股價公司樣本 1995 年至 2001 年資產變異與公司規模間之迴歸式。接著將欲估計樣本 (無股價公司) 之 EBITDA 與銷貨收入依所屬期間套用到

[24] 參考 Nyberg (2001) 文獻。

[25] 扣除資料不齊全之樣本後共計選取 133 家有股價公司樣本。

[26] 有股價公司之資產價值與資產變異係根據 Merton 模型求出，並設違約點為流動負債+0.5 倍長期負債。

迴歸關係式中，求得各無股價公司的估計資產價值與資產變異，並設違約點為流動負債加 0.5 倍長期負債，進而計算違約時點前一年、二年、三年的違約機率與違約距離，方與本文所建立之 Merton-Ohlson 模型進行模型預測正確率的比較[27]，其結果如表 11 所示。

由表 11 與表 12 的比較中，我們可以發現本文所建立之 Merton-Ohlson 模型在各個預測期間之正確率皆較 KMV 發展的 PFM 模型來的高，型一誤差除了在違約時點前三年時稍差了一些，在其他預測期間也都有較好的表現；而根據預測誤差評分法則亦可發現結果仍以 Merton-Ohlson 模型的評分指標值較小，故以上結果可顯示 Merton-Ohlson 模型的模型預測效力表現較 PFM 好。

表 11 Merton-Ohlson I 與 PFM 模型正確率比較(全樣本)

準確性\ 模型		Merton-Ohlson I	PFM 模型
前一年	**正確率**	**86.11%**	72.06%
	型一誤差	**8.33%**	43.75%
	型二誤差	19.44%	**13.89%**
前二年	**正確率**	**84.21%**	75.00%
	型一誤差	**15.79%**	40.00%
	型二誤差	15.79%	**10.81%**
前三年	**正確率**	**81.82%**	79.66%
	型一誤差	24.24%	**24.14%**
	型二誤差	**12.12%**	16.67%

註：粗體表示該模型在該預測期間的正確率較高或型一誤差、型二誤差較低。

[27] 參照表 5 中 Merton-Ohlson I (B)之正確率結果。

表 12 Merton-Ohlson I **與** PFM **模型評分比較(全樣本)**

配適度\ 模型		**Merton-Ohlson I**	**PFM 模型**
前一年	**QPS**	**0.4312**	0.8449
	LPS	**1.5467**	7.7784
	GSB	**0.0852**	0.3454
前二年	**QPS**	**0.5477**	0.8999
	LPS	**2.2136**	3.7646
	GSB	**0.1004**	0.4010
前三年	**QPS**	**0.5497**	0.8336
	LPS	**2.3718**	2.8988
	GSB	**0.1248**	0.3482

註：粗體表示該模型在該預測期間的預測誤差評分指標值較低。

綜合本文 Merton 與 Merton-Ohlson 兩種模型效力之驗證以及與 PFM 的比較結果顯示，本文將 Ohlson (1995) 模型應用在 Merton (1974) 模型違約風險的衡量上，不論在模型的區別能力與預測正確率都有不錯的結果，在模型整體的配適度也有不錯的表現，因此可替無股價或股價無法真實反映的公司提供另一個違約機率估算的解決管道。

伍、結論

有鑑於非上市櫃之無股價企業違約預警對於銀行及債權人的重要性，本文結合 Merton (1974) 之結構式選擇權評價模型，與 Ohlson (1995) 的股權理論價值模型，提出 Merton-Ohlson 模型，據以評估無股價企業之信用風險。實證結果顯示，相較於傳統 Merton (1974) 利用市場資訊所估算之結構式模型，以相同樣本所估算之 Merton-Ohlson 模型其違約預警能力與預測正確率均有不錯的表現。就模型正確率部份，以市場資訊為基礎的 Merton (1974) 模型於建構信用風險模型時，在適合的樣本配對比例與違約點的設定下，其短期違約預警能力與預測正確率皆有不錯的表現，提供上市櫃企業一個衡量違約風險的參考工具；而就 Merton-Ohlson 模型而言，本文將會計基礎的 Ohlson (1995) 模型

應用於 Merton (1974) 模型違約風險衡量上，將可替無股價公司及股價無法真實反應之公司提供另一個違約機率估算的解決管道，使得非上市櫃之無股價企業於計算違約風險時，將不再侷限於傳統 Altman (1968) 之 Z-Score、Ohlson (1980) 之 O-Score 或 KMV 之 PFM 等方法，亦可採行本文建立之 Merton-Ohlson 模型進行估算。與 KMV 公司所發展的 PFM 模型相比較，本文提出的 Merton-Ohlson 模型其違約預測效力亦較佳。因此本文認為在 Merton 模型無法適用於無股價企業之情況下，未來可以採用本文建立之 Merton-Ohlson 模型解決此一問題，將之應用於無股價企業信用風險量化指標之建立，並進一步將此分析模式應用於中小企業信用風險量化之評估。

但由於本文僅將 Merton (1974) 模型中的違約點定義為流動負債、流動負債加 0.5 倍長期負債與總負債，而實際上負債的定義或有不同，且本文的信用風險模式建立僅考慮市場因素與財務因素，故未來研究或可朝向加入或有負債以比較之間的差異，且若能進一步地考慮其他如總體經濟因素、產業特性、公司管理層面等因素，相信將能更有效地預測企業違約的發生。此外，由於本文目的在於解決傳統 Merton (1974) 模型無法應用於無股價企業違約預警之缺憾，故以 Ohlson (1995) 股權理論價值模型為應用基礎，據以延伸估算樣本公司之理論股權價值與股權變異，並利用美國樣本比較本文建立的 Merton-Ohlson 模型與傳統 Merton 模型及 KMV 公司所發展出來的 PFM 模型之預測效力；未來研究亦可進一步將本文之 Merton-Ohlson 模型利用國內企業為樣本，與一般基於會計資訊所發展出的風險評估模式，如 Altman (1968) 之 Z-Score 或 Ohlson (1980) 之 O-Score 等模型進行比較，觀察本文建立之無股價企業信用風險模式 (Merton-Ohlson 模型) 是否較傳統會計基礎風險評估模式為佳，以尋求更適合國內企業的信用風險評估模型。

參考文獻

沈中華、鄭寶琳、劉懷德、鄧秀娟、王文宇、劉懿愔，2004，「檢測台灣上市公司之違約機率－以選擇權理論法試算」，台灣銀行季刊，55 卷 2 期：265~299。

林世杰，2005，比較會計基礎與或有權利之違約風險評價模型，朝陽科技大學財務金融研究所碩士論文。

林妙宜，2002，信用風險之衡量，政治大學金融研究所碩士論文。

林達榮、林安城，2004，「提前違約風險下專案融資之評價模式」，風險管理學報，6 卷 1 期：57~83。

張大成、黃建隆、陳漢沖，2002，「市場價格信用風險模型之修正與應用－以 Merton 模型為例」，貨幣觀測與信用評等，38 期：86~94。

陳業寧、王衍智、許鴻英，2004，「台灣企業財務危機之預測：信用評分法與選擇權評價法孰優？」，風險管理學報，6 卷 2 期：155~179。

敬永康、黃建隆，2002，「市場價格信用風險模型之架構與實施方式」，貨幣觀測與信用評等，37 期：60~72。

Altman, E., 1968, "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy," **Journal of Finance**, Vol. 23, No. 4, 589-609.

Atiya, A., 2001, "Bankruptcy Prediction for Credit Risk Using Neural Networks: A Survey and New Results," **IEEE Transactions on Neural Networks**, Vol. 12, No. 4, 929-935.

Benos, A. and Papanastasopoulos, G., 2007, "Extending the Merton Model: A Hybrid Approach to Assessing Credit Quality," **Mathematical and Computer Modelling**, Vol. 46, No. 1-2, 47-68.

Black, F. and Scholes, M., 1973, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," **Journal of Political Economy**, Vol. 81, No. 3, 637-659.

Bohn, J., 1999, "Using Market Data to Value Credit Risky Instruments." Working paper, KMV LLC.

Brier, G., 1950, "Verification of Forecasts Expressed in Terms of Probability," **Monthly Weather Review**, Vol. 78, No. 1, 1-3.

Charitou, A. and Trigeorgis, L., 2000, "Option-Based Bankruptcy Prediction." Working paper, Cyprus University and University of Columbia.

Crosbie, P. and Bohn, J., 2003, "Modeling Default Risk." Working paper, Moody's KMV Company.

Dechow, P. M., Hutton, A. P., and Sloan, R. G., 1999, "An Empirical Assessment of the Residual Income Valuation Model," **Journal of Accounting and Economics**, Vol. 26, No. 1-3, 1-34.

Diebold, F. X. and Rudebusch, G. D., 1989, "Scoring the Leading Indicators," **Journal of Business**, Vol. 62, No. 3, 369-391.

Falkenstein, E. and Boral, A., 2001, "Some Empirical Results on the Merton Model," **Risk Professional**, April.

Farmen, T., Westgaard, S., and Wijst, N., 2004, "An Empirical Test of Option Based Default Probabilities Using Payment Behavior and Auditor Notes." Working paper, Norwegian University of Science and Technology.

Feltham, G. and Ohlson, J., 1995, "Valuation and Clean Surplus Accounting for Operating and Financial Activities," **Contemporary Accounting Research**, Vol. 11, No. 2, 689-731.

Frankel, R. and Lee, C. M. C., 1998, "Accounting Valuation, Market Expectation, and Cross-Sectional Stock Returns," **Journal of Accounting and Economics**, Vol. 25, No. 3, 283-319.

Gemmill, G., 2002, "Testing Merton's Model for Credit Spreads on Zero-Coupon Bonds." Working paper, City University.

Hillegeist, S., Kearing, E., Cram, D., and Lundstedt, K., 2004, "Assessing the Probability of Bankruptcy," **Review of Accounting Studies**, Vol. 9, No. 1, 5-34.

Jarrow, R. and Turnbull, S., 1995, "Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk," **Journal of Finance**, Vol. 50, No. 1, 53-85.

Jarrow, R. and Turnbull, S., 2000, "The Intersection of Market and Credit Risk," **Journal of Banking and Finance**, Vol. 24, No. 1-2, 271-299.

Jarrow, R., 2001, "Default Parameter Estimation using Market Prices," **Financial Analysts Journal**, Vol. 57, No. 5, 75-92.

McQuown, J., 1993, "A Comment on Market vs. Accounting-Based Measures of Default Risk." Working paper, KMV LLC.

Merton, R., 1974, "On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates," **Journal of Finance**, Vol. 29, No. 2, 449-470.

Nyberg, M., 2001, "Private Firm Model: Introduction to the Modeling Methodology." Working paper, KMV LLC.

Ohlson, J., 1980, "Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy," **Journal of Accounting Research**, Vol. 18, No. 1, 109-131.

Ohlson, J., 1995, "Earnings, Book Values and Dividends in Security Valuation," **Contemporary Accounting Research**, Vol. 11, No. 2, 661-687.

Ota, K., 2002, "A Test of the Ohlson (1995) Model: Empirical Evidence from Japan," **International Journal of Accounting**, Vol. 37, No. 2, 157-182.

Vassalou, M. and Xing, Y., 2004, "Default Risk in Equity Returns," **Journal of Finance**, Vol. 59, No. 2, 831-868.

Vila, A. F. and Schary, M. A., 1995, "Default Risk in the Contingent Claims Model of Debt" in Trigeorgis, L. (ed.), **Real Options in Capital Investment, Models, Strategies, and Applications**, London: Praeger, 303-322.

作者簡介

張大成

國立台灣大學經濟學博士，目前為東吳大學國際經營與貿易學系教授。研究領域為金融機構風險管理、信用風險、市場風險、財務工程、衍生性金融商品、選擇權定價等。學術論文曾發表於 Contemporary Economic Policy, Economic Modelling、經濟論文叢刊、管理學報、管理評論、台大管理論叢、交大管理學報等期刊。
E-mail: dachen@scu.edu.tw

林郁翎

東吳大學經濟學博士，目前為德明財經科技大學財務金融學系助理教授。研究領域為金融機構風險管理、信用風險、財務危機預警與破產預測、效率分析等。學術論文曾發表於交大管理學報、管理評論、東吳經濟商學學報等期刊。
E-mail: yulinglin@takming.edu.tw

蘇郁嵐

東吳大學國際貿易學系碩士，目前為彰化銀行風險管理處金融同業風險管理專員，主要工作內容為國家與金融交易對手之風險控管與衡量。
E-mail: teet@ms2.chb.com.tw