

臺灣總體經濟因子對信用風險的影響

——專案研究計畫成果與檢討

林金龍、彭俊能*

一、起緣與目的

2007年美國發生次級房貸風暴引爆全球金融危機，使得臺灣及全球經濟目前尚在復原中。除了金融監督功能不彰外，信用風險評估成效不佳為造成金融危機另一個重要因素。如何強化信用風險的研究，尤其是總體經濟與公司企業信用風險間的關係為一重要課題。乍看之下，總體經濟與景氣循環對企業的信用風險與違約率應該有著直接與根本的影響；經濟不景氣時，總需求及各種衍生需求銳減的情況下，企業違約的風險隨之提高，其絕對水準高於在經濟繁榮期的違約率。然而直接將總體經濟的代理變數，例如，經濟成長率、物價上漲率、退票率等變數代入違約率的羅吉斯迴歸模型或違約強度函數的概似函數中，常常發現這些變數並不顯著。再者，檢討既存的文獻，有些發現總體經濟變數對違約機率有顯著的影響不一致。為何實證結果與理論預期不一致呢？到底總體經濟因子或景氣循環對於違約率是否有顯著的影響？考慮這些變數後的違約模型預測成效如何？本計畫因而希望對這些重要的問題提出解答。

本文研究目的將以臺灣約1,300家個別廠商的財務資料及總體相關變數，建立一個臺灣企業違約率的計量模型，一方面檢測總體經濟是否會影響企業的違約風險，另一方面以本模型嘗試對所有廠商進行信用評等。

二、執行過程與回顧

本計畫執行過程中需考量兩個要項：企業資料的整理與程式語言的選

* 感謝國科會研究計畫補助：NSC 99-2410-H-259-011。林金龍，國立東華大學財務金融學系教授，Tel: (03) 863-3002；Fax: (03) 863-3000；E-mail: jlin@mail.ndhu.edu.tw；彭俊能，國立東華大學企業管理研究所財金組博士生，Tel: (03) 863-3145；E-mail: d9632007@ems.ndhu.edu.tw。



擇。由於本計畫所使用之資料庫為臺灣新報 (TEJ)，部分內容在資料庫本身或下載過程中會有所缺誤，必須使用人工檢驗並處理該企業之財務報表以達到資料無誤之狀態方可進入程式計算過程。有鑑於此，本計畫考慮經費有限故只聘請四位兼任助理協助處理財務報表的查核工作。另一部分則是有關計算程式的選擇，本研究則是使用統計學術界常用軟體，R。選擇 R 的理由為 (1) R 為免費軟體，從 R 的網站即可直接下載。(2) 本研究的資料含有 1,300 家以上企業的財報資料，而每一家的起始與結束時間不相同。原始資料以 Excel 二維的形式儲存，需要自行寫作程式以精確的掌握每一家公司的財報變數與期間。因本人與兼任助理過去使用 R 程式語言的經驗很豐富，已累積相當多的程式碼，故選擇使用 R。

就公司信用風險模型而言可分為兩大類：結構式模型與縮減式模型。相關文獻相當之多，故本研究將著重於四個模型上比較與探討，分別為 Logit 迴歸模型、Duffie, Saita and Wang 模型、Decaying hazard ratio (DHR) 模型與加總違約率模型，在程式的建構上將會花費相當多的時間，將由原本預計二年完成的結果縮短為一年，其功勞為整體團隊努力的成果。

計畫執行期間，研究團隊亦有參與國立東華大學管理學院下所設立的信用風險管理研究學群中提出相關議題與研究方向討論，計畫中的內容受到相關議題學者討論並提供建議。其中，有本人所指導之博士生與碩士生於會議上提出相關討論議題，作為後續期刊與論文發表上的準備工作。

三、計畫研究方法內容

本計畫採用臺灣新報 (TEJ) 收集 1,300 餘家臺灣上市、上櫃及公開發行公司的財報資訊 (TCRI)，並予以評等。評等公司不含金融證券、建經仲介及媒體。本計畫的研究期間為 1986Q1 至 2009Q4。變數包括財報資料、市場資料及總體經濟資料等。

如何從過去學者常使用的眾多解釋變數中，找出能區別公司信用風險的重要決定因子的組合，為本研究的第一個課題。首先，考慮眾多解釋變數間的相關性，我們使用多變量分析法中的主成分分析法，將有相關性解釋變數轉換為彼此間不相關的主成分因子，且還能提供原來解釋變數所能解釋的變異。主成分分析時分別使用公司信用評等資料及所收集到的解釋變數資料，我們會將上述的研究方法推廣至多個等級的區別能力，找出決定公司不同等

級信用風險的重要決定因子。接著建立 Logit 迴歸模型、Duffie, Saita and Wang 模型、Decaying Hazard Ratio (DHR) 模型、加總違約率模型這 4 種模型，分別詳細描述如下：

(一) Logit 迴歸模型

令違約機率為 $P(T \leq t | x_0 = x)$ ，式中 x_0 含有總體經濟與公司財報變數，則條件危險強度函數為

$$\lambda(t|x) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{p(t \leq T \leq t + \Delta t | T \geq t, x_0 = x)}{\Delta t}, \quad (1)$$

條件機率函數為 $p(T \leq t | x_0 = a) = 1 - S(t, \lambda)$ ，其中 $S(t, \lambda) = e^{-\int_0^t \lambda(\tau|x) d\tau}$ 為存活函數。比率危險模型設定條件危險強度函數為

$$\lambda(t|x) = \lambda_{u(t)} e^{\sum \beta_i x_i}, \quad (2)$$

式中 β_i 為固定參數。詳細的模型推導，請參閱吳中書、林金龍、朱至剛、黃瑞卿 (2010)。

(二) Duffie, Saita and Wang model

Duffie, et al. (2007) 提出結合時間序列方法與卜瓦松隨機過程，來預測公司違約危險率的期間結構的方法。因此，假設 N_{it} 為第 i 家公司在時間 t 時的二元狀態變數， $N_{it} = 1$ 代表公司違約， $N_{it} = 0$ 代表公司正常； $\{N_{it} : t \geq 0\}$ 為卜瓦松隨機過程，違約強度為 $\lambda_i = \{\lambda_{it} = \Lambda(t, X_{it}; \beta) : t \geq 0\}$ ，其中 X_{it} 為第 i 家公司在時間 t 時的解釋變數向量，並假設 $\{X_{it} : t \geq 0\}$ 為時間同質性的馬可夫隨機過程，並假設隨機過程的未知參數向量為 γ 。定義第 i 家公司的違約時間為 $T_i = \inf\{t : N_i > 0\}$ ，假設公司在時間 t 時仍存活，則可得到公司在未來 $t + s$ 時間內仍存活機率與在未來 $t + s$ 時間內違約機率分別為

$$p(X_{it}, s) = P(T_i > t + s | T_i > t, X_{it}) = E(e^{-\int_t^{t+s} \Lambda(u, x_{iu}; \beta) du} | X_{it}), \quad (3)$$

與

$$\begin{aligned} q(X_{it}, s) &= P(T_i \leq t + s | T_i > t, X_{it}) \\ &= E(-\int_t^{t+s} \Lambda(z, x_{iz}; \beta) e^{-\int_t^z \Lambda(u, x_{iu}; \beta) du} dz | X_{it}). \end{aligned} \quad (4)$$



因此，可得到公司在未來 $t + s$ 時間的違約危險率為

$$H(X_{it}, s) = q_s(X_{it}, s) / p(X_{it}, s), \quad (5)$$

$$\text{其中 } q_s(X_{it}, s) = \frac{\partial q(X_{it}, s)}{\partial s}.$$

我們假設公司違約強度為 Cox (1972) 所提的比例危險函數

$$\Lambda(t, x_{it}; \beta) = \exp(\beta \tilde{x}_{it}), \quad (6)$$

其中 $\tilde{x}_{it} = (1, x'_{it})$ 。藉由以上假設，與所收集到的 n 家公司樣本內資料，Duffie, et al. (2007) 證明家 n 公司樣本內資料的概似函數為

$$L(\gamma, \beta; \tilde{t}, X) = L(\gamma; X) L(\beta; \tilde{t}, X), \quad (7)$$

這裡 X 為這 n 家公司樣本內解釋變數集合， $\tilde{t} = (t_1, \dots, t_n)$ ， t_i 為第 i 家公司在樣本內期間最後一筆資料時間， $L(\gamma; X)$ 為 X 的概似函數， $L(\beta; \tilde{t}, X)$ 定義如下

$$L(\beta; \tilde{t}, X) = \prod_{i=1}^n e^{-\int_0^{t_i} \Lambda(u, x_{iu}; \beta) du} [\Lambda(t_i, x_{it_i}; \beta)]^{N_{it_i}}. \quad (8)$$

藉由最大概似估計方法，我們可分別求得 γ 與 β 的估計值。將估計值代入上式，可預測公司違約危險率的期間結構。

最後，根據每家正常公司的違約危險率期間結構，來修正所建立無母數信用風險評估模式，建立一個具有領先預警作用的臺灣企業最好的信用風險評估模式。藉由我們的研究結果，給予每家臺灣公司信用評等等級，再將我們的結果與臺灣經濟新報信用評等資料比較，以評估何者較能及時反應公司的危機訊息。

(三) Decaying hazard ratio (DHR) 模型

Huang and Friedman (2009) 提出，其中 $\frac{\lambda(t|x^{(2)})}{\lambda(t|x^{(1)})}$ 為單調收斂到 1，亦即 0

期的 X 隱含任一公司 t 期的違約機率的資訊內涵會隨著 t 的增加變小，故對任何 $X^{(1)}$ 與 $X^{(2)}$ ， $\frac{\lambda(t|x^{(2)})}{\lambda(t|x^{(1)})}$ 收斂到 1。Grambsch and Therneau (1994) 提出一個

檢定 $\lambda(t|x) = \lambda_{u(t)} e^{\sum_i (\beta_i + \theta_i g(t)) x_i}$ ， $H_0: \theta_i = 0$ 的方法。

這個檢定有 2 個步驟，首先，先做傳統的 Cox regression 求算 β_i ，接著估計 θ_i 的期望值與變異數，並檢定 θ_i 是否顯著異於 0。依時變動傳染下與衰退危險強度限制下的建模步驟：

- 將所有自變數或信用因子標準化到 $[0,1]$ 。
- 令 $\beta_i(t) = \beta_{i0} + \beta_{i1}t + \dots + \beta_{id}t^d$ ，DHR 的限制隱含 $\beta'_i(t) \leq 0$
- 配置下列模型

$$\bar{\lambda}(t, x; \beta) = \frac{1}{1 + e^{-\beta_0(t) - \beta_1(t) - \dots - \beta_m(t)x_m}}, \quad (9)$$

其中 t 為季， $\beta = (\beta_{0,0}, \beta_{0,1}, \dots, \beta_{0,d}, \dots, \beta_{w,0}, \dots, \beta_{w,d})$

令 $S(t, x; \beta)$ 為存活函數 $S(t, x; \beta) = \prod_{s < t} (1 - \bar{\lambda}(s, x; \beta))$ ，其中三維的歷史資料含

$(x_i, t_i, y_i)_{i=1}^N$ ， x_i 為信用因子， t_i 為到事件發生的期間， y_i 為違約虛擬變數（1 代表違約），則概似函數為

$$L = \prod_{i=1}^N \bar{\lambda}(t_i, x_i; \beta)^{y_i} S(t_i, x_i; \beta) \quad (10)$$

本文求解則為

$$\begin{aligned} & \max_{\beta} \log(L) \\ & \text{s.t. } \beta_j(t) \geq 0, \beta'_j(t) \leq 0, \forall t \end{aligned} \quad (11)$$

(四) 加總違約率模型

a. 將 1,339 家企業的資料按季計算違約機率，令為 p_t ，令 $X_t = \{x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{Nt}\}$ 在 t 期臺灣 N 個總體變數資料，以偏最小平方方法估算動態因子，並檢視這些因子的顯著性。

b. 以 p_t 與選定的總體變數建設狀態空間模型



$$y_t = \mu_t + Ar_t + B\varphi_t + e_t, e_t \sim iid N(0, \Sigma_e)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_t$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \eta_t$$

$$\begin{pmatrix} \varphi_t \\ \varphi_t^* \end{pmatrix} = \varphi_t \begin{bmatrix} \cos \lambda_4 & \sin \lambda_4 \\ -\sin \lambda_4 & \cos \lambda_4 \end{bmatrix} \otimes I_3 \begin{pmatrix} \varphi_{t-1} \\ \varphi_{t-1}^* \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} w_t \\ w_t^* \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} w_t \\ w_t^* \end{pmatrix} \sim iid N(0, I_2 \otimes D_w) \quad (12)$$

其中變數 y 可以是 $y_t = \begin{bmatrix} GDP_t \\ inf_t \\ p_t \end{bmatrix}$ 的型式，再應用 Kalman Filter 我們可以萃取經濟成長與違約率的循環。

四、計畫內容檢討

由於本研究計畫內容著重於企業信用風險與總體經濟間的關係，研究的結果顯示總體因子有些許領先的現象，與計畫的預期結論相接近，然則其中企業信用風險主要的關鍵因素在於企業本身的財務結構，使得總體變數並非如預期中的顯著，但總體因子對企業違約的風險的影響亦不能被忽視。以下五點是本計畫內容的檢討，詳細說明如下：

1. 在檢討模型是否合適與資料是否完整的問題點上，由於本計畫屬於一年期的研究案，使得在資料的完整度上尚有改善空間。主因在於企業總家數多達 1,300 家，有相當多的企業財報並不完整，並且這些財報不全的企業中違約企業占絕大多數，在將資料放入程式計算的時候會產生相當多的錯誤碼，而這些錯誤碼卻不是程式本身的錯誤，而是資料的缺漏所造成，這也是使用 TEJ 等資料庫常常發生的情事。唯一解決的方式為修補資料，修補資料除了使用費時費力的人工抓去該公司該年度的財報以外，另一種方式則為利用數值方法來修補，這又牽扯到另外一套修補的技巧與理論方式，亦是另一個程式撰寫的重要課題與難度所在。在這種種因素之下，本研究的結果雖然未達預期假設結果中的理想，但在這建構資料檔過程中卻也是

- 一門學問與技巧，可做為未來碩士班或博士班教學上所使用。
2. 計畫研究執行期間與計畫設定完整性上的契合度約有少許部份無法配合，主因在於資料取得上的問題，企業信用風險的評定一般需要相當多的構面才可以算出較精確的評等等級，在吳中書（2010）的經濟部學研聯合研究計畫中可以明顯看出，影響企業的風險因素相當多，但絕大多數皆是以一般可以觀察得到的市場資料與企業財報占多數，然而在企業中無形且有價的資料卻無法於短短一年內取得，並且以往需要透過問卷調查或是實際訪查才可以得知，造成加入總體資料之後並沒有辦法完全顯現出其真實的影響性與影響程度。這點確實是本研究上一大缺憾。
 3. 本文預期使用研究模型來評估企業信用風險並與市場上信用評等公司做比較，實證的結果顯示有些許的相對誤差，代表一件事，本文研究的預期成果相當成功，主要是一般市場上的信評公司需要付費申請居多，並且需要利用複雜的計算過程與耗費大量的時間，而本研究在整理資料完成之後放入研究團隊所撰寫的軟體中只需耗時約六小時即可完成最初步的結果，接著依專業的判斷之下於一日內即可獲得相當不錯的信評結果，在不景氣的環境中，對一般中小型企業主而言是相當簡便的與節省經費。
 4. 針對學術上的貢獻，在研究過程中由一位博士生負責程式編修與三位研究生負責資料整理，過程中創造出的價值將顯現於期刊論文的發表中，其中有一篇運用編修之後的程式在 2011 年於財團法人臺灣金融研訓院與國立東華大學財務金融學系所主辦之「金融海嘯後國際新金融監理體制學術研討會」中發表相關論文。另外三位碩士班學生之畢業論文中亦有相關論文的撰寫。
 5. 在研究過程中，經由團隊與國立東華大學管理學院下所設立的信用風險管理研究學群間的討論之下，發現有相當多的思考空間可以將這些具有創意的元素加入模型結構中以激發更好的創作，對未來參與研討會的發表與期刊的創作有正面的能量。

五、結論與建議

（一）結論

宏觀 2007 年的次貸危機至今，全球景氣的春燕依然沒有出現的現象，



總體經濟環境的蕭條與企業風險的增加一直是政府單位密切關注的焦點，要如何運用政府的力量使企業恢復繁榮是一件相當重要的首當要題。在此，本文藉由部分總體變量的引入來觀察企業風險變動的變化確實是相當重要的議題。

(二) 建議

觀察本研究整體研究過程可以了解，財務金融的實證研究上主要重視的步驟在於資料的正確與完整性，拜電腦網路科技進步所賜，我們可以很容易得到大量的實證資料，但潛在的風險卻是大量資料下的錯誤資訊，造成研究結果錯誤機率相對變大，因此，如何有效率的檢查出資料的正確與完整性是相當重要的課題，當中最保險的做法即是利用人工做判斷，但所必須花費的時間與人力相對的要高上許多，針對這個問題點，本文有以下幾點建議：

1. 宜增加人事經費：

主要是增加聘僱相關專業的助理，由於資料收集時必須對財務報表結構有所了解並可以獨立做調整的判斷，因此較佳的人選為相關科系之碩士生，則所需花費的人事費會相對的高上許多。

2. 宜增加補助津貼：

東華大學位處東部，在要求資料完整性下必須北上臺北翻閱紙本記錄，就兼任助理而言若自行負擔這項支出則屬於不合情理，在聘任助理的同時亦會增加其困難度。

參考文獻

- 李正福、王克陸與劉大安 (2008)，〈考量總體經濟環境之信用評等移轉矩陣：信用循環指標法及信用投資組合法之實證比較〉，《臺大管理論叢》，19，241-268。
- 沈中華、張家華 (2005)，〈產業違約率及景氣循環〉，《金融風險管理季刊》，第一卷，第四期，pp.91-105。
- 賴柏志、白鎮維和張嘉娥 (2002)，〈信用循環指標運用於信用風險修正之研究〉，《貨幣觀測與信用評等》，第 34 期，123-127 頁。
- 吳中書，林金龍，朱至剛，黃瑞卿 (2010)，臺灣企業信用評等系統之建構，經濟部學研聯合研究計畫。
- Altman, E. I. (1968), "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy," *Journal of Finance* 23 (4), 589-609.
- Campbell J. Y., Hilscher J., and Szilagyi J., (2008), "In Search of Distress Risk," *Journal of Finance* 63 (6), 2899-2939.
- Cox, D. R. (1972), "Regression models and life-tables," *Journal of the Royal Statistical Society*

- Series B* 34, 187-220.
- Duffie, D., Saita, L., and Wang, K. (2007), "Multi-period Corporate Default Prediction with Stochastic Covariates," *Journal of Financial Economics* 83, 635-665.
- Huang J. and Friedman C., (2009). "Modeling multi-period corporate default probability when hazard ratios decay." *Journal of Credit Risk*, 5 (1).
- Kim, J. (1999), "A Way to Condition the Transition Matrix on Wind." *CreditMetrics Monitor* (1st quarter), 1-12.
- Lando, David, and Skodeberg, T. M. (2002), "Analyzing Rating Transitions and Rating Drift with Continuous Observations," *Journal of Banking and Finance* 26, 423-444.
- Merton, R. C. (1974), "On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates," *Journal of Finance* 29 (2), 449-470.
- Ohlson, J. A. (1980), "Financial Ratio and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy," *Journal of Accounting Research* 18, 109-131.
- Shumway, T. (2001), "Forecasting Bankruptcy More Accurately: A simple Hazard Model," *The Journal of Business* 74, 101-124.