2 文獻回顧

在本章將簡略對信用組合資產的違約損失模型內容做簡單描述, 及相關文獻回顧。而由於本文主要模型是以信用投資組合觀點模型 (CPV) 爲基礎, 在本章亦將利用較多篇幅對其背景及內容予以介紹。

2.1 損失變數

爲了衡量預期損失以方便提列備抵呆帳及非預期損失以計提經濟資本, 我們須先勾勒出損失變數的雛形。首先定義個別放款對象的損失變數爲 $\tilde{L}_i$,

$$\tilde{L}_i = EAD_i \times SEV_i \times L_i \quad , L_i = l_{D_i}, P[D_i] = PD_i, \tag{1}$$

其中PD_i是第 i 個放款對象的違約機率 (Probability of Default), 評估該放款對象是否違約, 以隨機虛擬變數 L_i 來表示, 若違約則 $L_i = 1$, 沒有違約則 $L_i = 0$, 顯而易見 L_i 的期望值就是違約機率, 代表信用風險衡量期間, 放款對象違約的可能性; SEV_i爲損失嚴重性隨機變數; EAD_i 是違約曝險額 (Exposure At Default)。個別放款對象損失變數定義完成, 若資產組合中有 m 個放款對象, 組合資產損失變數則爲個別放款對象損失的總和, 定義如下:

$$L_{PF} = \sum_{i=1}^{m} \tilde{L}_i = \sum_{i=1}^{m} [EAD_i \times SEV_i \times L_i], \tag{2}$$

進一步我們可求得個別放款對象的預期損失或稱爲期望損失 (Expected Loss, EL), 也就是個別放款對象損失的期望值:

$$EL_i = E[\tilde{L}_i] = EAD_i \times LGD_i \times PD_i \tag{3}$$

其中可發現損失嚴重性 SEV 爲隨機變數, 其期望值爲違約損失率 (Loss Given

Default,LGD), 即 $E[SEV_i] = LGD_i$ 。而個別放款對象的非預期損失爲:

$$UL_i = \sqrt{Var[\tilde{L}_i]} = \sqrt{Var[EAD_i \times LGD_i \times PD_i]} \tag{4}$$

組合資產的預期損失與非預期損失分別爲:

$$EL_{PF} = \sum_{i=1}^{m} EL_i = \sum_{i=1}^{m} [EAD_i \times LGD_i \times PD_i] \tag{5}$$

$$UL_{PF} = \sqrt{Var[L_{PF}]} \tag{6}$$

接著我們進一步對損失變數中三個重要參數: 違約機率 (PD)、違約損失率 (LGD) 及違約曝險額 (EAD) 加以說明。

放款對象一旦違約, 投資組合或銀行將蒙受多少損失, 需由放款對象的違約損失率及違約曝險額來決定。一般而言, 違約損失率等於$1 -$ 回收率 (recover rate), 其衡量方式分爲三種: 依市價直接計算、由市價導出隱含違約損失率、計算催收過程中所得的回收。而影響違約損失率的因素包括信用保護情形 (有無擔保品或保證)、債務性質或銀行在清算債權時的優先順序等。違約損失率的資料可由銀行內部自行建立資料庫計算或由外部評等機構取得。違約損失率是預期損失的一重要待估參數, 然本文爲了將模型焦點聚集在違約機率上, 皆假設違約損失率固定爲100%。

違約曝險額 (Exposure At Default,EAD) 評估違約時曝險額的大小, 用來決定一筆放款的絕對損失。一般而言是放款金額的大小, 但若是循環額度, 因借款人對於未動用的額度在違約前仍可以動用, 因此需要估計未動用額度可能動用的比率, 此比率稱爲信用風險轉換係數 (Credit Conversion Factor)。然通常銀行放款 EAD 被視爲外生固定常數, 本文模型建立亦如此, 但允許不同放款對象具有不同大小的違約曝險額, 然其皆爲固定常數。

違約機率 (PD) 可以說是衡量信用風險及組合損失最重要的參數, 其可由銀

行自行利用歷史資料或外部評等機構資訊取得。然在評估組合損失若以給定歷史平均或常數的方式處理, 則勢必會忽略了放款對象間相關性的影響, 故一般我們不以固定常數處理之, 而以變數的型態估計之。在許多常見的信用風險模型當中, 一般依違約事件的隨機性質略分成兩類: 一類是假設違約事件屬於 Bernoulli 變數,CreditMetrics 及 PortfolioManager 屬之; 另一類假設違約事件爲 Poisson 變數, 如 CreditRisk+ 屬之, 第三類則是以 Logit 直接估計的模型,CreditPortfolioView 則是此類中的代表。因爲違約事件假設的不同, 在推導損失分配的方法亦截然不同。[1]

2.2 損失分配

投資組合的損失分配爲許多信用風險模型分析的主軸, 一般常用蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Simulation) 或解析近似法 (analytical approximation) 來產生損失分配。獲得損失分配後則可以進一步計算, 投資組合的違約預期損失 (EL, 損失期望值)、非預期損失 (UL, 標準差)、風險值 (Value at Risk,VaR) 、經濟資本 (Economic Capital,EC) 與 Expected Shortfall(ES) 等。

銀行除了以預期損失 (EL) 認列爲備抵壞帳外, 還必須對投資組合未預期的損失保有一些資本當最緩衝, 然若以投資組合的非預期損失 (UL) 當作風險資產在財務危機時的準備並非最優先的選擇, 因一般而言, 投資組合損失超過一倍標準差的可能性仍相當大。因此多數信用模型使用的方法是把風險性資產量化, 將統計上的信心水準加入, 定義投資組合損失的第 α 百分位即爲風險值 VaR_α, 若將 α 值定的越大, 則表示我們越關心損失分配發生極端損失的情形。經濟資本則定義爲 $\mathrm{EC}_\alpha = \mathrm{VaR}_\alpha - \mathrm{EL}$ 。舉例而言, 若信心水準設爲99.99% 且每次衡量時間長度爲一年, 則經濟資本平均能覆蓋其在10,000次中9,999次的非預期損失, 而在這

[1]有關信用風險模型比較可參考 :Crouhy (2000), 此文將上述四個信用風險模型各自方法論做一比較分析; 而 Kern,M (2001) 則德國中型放款市場投資組合爲例, 將上述模型做實證比較。

10,000次中, 仍有一次無法使銀行免於倒閉, 儘管如此, 經濟資本仍爲目前一般商業銀行建構內部信用風險衡量的重要指標。而 Expected Shortfall(ES) 則是損失分配中, 損失大於風險值的平均, 即是尾端平均數的概念。

2.3 信用投資組合觀點模型

常見的商業化信用風險模型如:ProrfolioManager、CreditMetrics 與 CreditPortfolioView 等皆各具其特色及優點, 本文因欲研究總體因子影響產業違約率的情形, 故以信用投資組合觀點模型著手做爲台灣資料實證分析研究的基礎, 在正式進入本文模型前, 將於本節簡介信用投資組合觀點模型背景及組成要素, 於下一章節將建構完整模型。

信用投資組合觀點模型 (CreditPortfolioView, 簡稱 CPV) 是由麥肯錫投資顧問公司根據 Thomas Wilson 在1997年發表的兩篇文章 “Portfolio Credit Risk”所發展出來的模型。主要以多因子模型研究總體景氣循環與信用風險的關聯。而放款對象間相關性的產生自然由總體因子爲連結, 模型主要目的即爲在給定目前總體經濟狀態下, 模擬出條件聯合損失分配, 以衡量目前投資組合信用風險受總體經濟影響的程度。

2.3.1 CPV 模型背景

以往一般信用風險模型認爲違約事件的發生主因是公司個別體質不良的問題, 較著重在個別風險的分析, CPV模型提出不同的觀點, 認爲違約事件的發生、評等的移轉及信用品質的變動, 皆與總體經濟情況有相當大的關聯性。在 Wilson(1997) 與 Nickell,Perraudinr 及 Varotto(2001) 的實證研究中皆指出, 違約的發生與經濟景氣與否是息息相關的, 在總體經濟情況惡劣時, 違約事件應會增加; 反之, 則違約事件減少。

Wilson(1997) 透過長時間資料的蒐集與觀察, 其中包括美國、德國、日本、法國等企業授信及當地零售型不動產授信資料, 經實證研究認爲金融機構的投資組合信用風險與總體經濟狀態是密切相關的。人們一般預期經濟條件差、景氣不好時, 違約可能性會上升; 經濟條件良好時, 則違約可能性會下降。而違約率與經濟條件的關係即爲 CPV 模型研究的核心。

CPV模型在分析投資組合風險及交易對手風險時觀察到幾個現象, 進一步以這些直觀的概念做爲背景建構出 CPV 模型。第一個觀察是, 當其他情況不變之下, 投資組組合的內容越多角化或多樣化 (diversified) 越能減少損失的不確定性。然在一個充分多角化的投資組合中, 仍存在一些無法分散的風險即爲我們所稱的系統性風險。CPV模型以此建立模型, 使之能加入總體因子作爲投資組合的系統性風險, 分析總體因子對投資組合的影響。

另一個觀察到的現象即是不同部門的違約情況受到總體因子影響的程度不盡相同。例如若投資組合資產內容是以產業爲部門別, 一般研究指出建築業受總體因子影響的幅度相較於礦業及天然資源業大。故信用風險評估者可自行依照資產組合內容的不同, 將資產做適合的分類, 再進一步建立總體因子模型。

另一個信用風險模型研究重點 −− 移轉矩陣 (migration matrix),Wilson 觀察到移轉矩陣內, 放款對象在信用風險衡量期間, 評等轉換的機率值, 會受總體因子影響, 例如: 在景氣繁榮時, 放款對象還款付息的能力較佳, 故放款對象下一期評等轉移的路徑較可能轉換至更好的評等 (upgrade), 反之等級調降 (downgrade) 的機率值則下降, 此一景氣波動影響移轉矩陣的現象除了符合直覺觀察, 亦是 CPV 模型中的重要的分析元素。

2.3.2 部門違約率與總體因子

CPV模型主要分析總體因子如何影響投資組合內各種不同部門的違約情形, 部門別是由使用者自行依投資組合的內容分類而得, 若投資組合內容爲多個國家的資產, 則部門別爲國家; 若多爲同一個國家內不同產業則部門別爲產業。必須先確立好部門的分類方法, 才能進一步找到適合的總體因子建立模型。而 CPV 模型最終目的爲由歷史資料及蒙地卡羅模擬方法建立考慮目前總體經濟環境的投資組合其離散型損失分配。

在投資組合中, 被我們人爲分類屬同一部門的公司, 若被評等系統分類爲不同評等, 則受景氣影響的程度也不會相同。再者, 就歷史資料而言, 即使是在經濟條件極差的情況, 我們幾乎觀察不到被評爲 AAA 等級公司或被評爲第一等級的公司在信用風險衡量期間 (通常爲一年或一季) 發生違約現象, 而 Wilson 認爲被評爲投機等級或評等較差的公司, 由於本身財務狀況或公司體質較差, 受景氣波動影響的程度較明顯, 故 CPV 模型將部門中被評爲投機等級的公司其違約率予以 Logit 函數將轉換後做爲模型的應變數, 與總體因子做多因子迴歸。

CPV利用一些常見的總體經濟變數來描述總體經濟情況的好壞, 例如: GDP 成長率、失業率、匯率、利率等, 以多個總體因子與部門投機等級違約率建立多變量迴歸模型而由於每個產業受總體因子影響的程度不同, 爲了能更精確的估算出部門中投機等級的違約率, CPV模型對於挑選適當的總體因子給予很大的彈性空間, 認爲不同部門間可有不同的個數與種類的總體因素。[2]

當我們經由模型建立並模擬出在給定不同經濟條件下各部門的條件投機等級違約率時, CPV模型利用此做爲調整無條件移轉矩陣的要素, 我們將於下一小節分析之。

[2]CPV模型除了允許各部門有各自不同的總體變數外, 同時建議一個部門至少要有三個以上的總體因子, 以期能達到較佳的配適效果

2.3.3 條件移轉矩陣

信用風險模型的建構, 除了重視投資組合中違約的情況, 我們同時也關心在風險衡量期間, 放款對象的信用評等移轉情況, 以期望能在放款對象即將違約前即提早予以較多的注意, 能完整顯示放款對象評等移轉可能性的工具即是信用移轉矩陣 (migration matrix)。[3] 於是乎信用風險模型的分析中, 移轉矩陣往往占有舉足輕重的地位。在美國標準普爾(S&P)、穆迪 (Moody's) 等信用評等公司則是已發展多年, 而 CPV 模型即爲一以評等資訊爲基礎 (rating-based) 發展而成的信用風險模型, 融入了因景氣循環而導致違約機率與評等移轉機率有相關, 最後使得違約機率與整個移轉矩陣皆受到隨機波動的影響。在說明移轉矩陣如何融入 CPV 模型之前, 我們將先介紹無條件移轉矩陣與條件移轉矩陣的定義及概念, 其後再將條件移轉矩陣與 CPV 模型的關係予以介紹。

一般信評公司, 會依受評標的的資本結構、公司所屬市場狀況、管理品質、資產流動性等資訊及評估人員依照經驗研究, 去評估標的的信用品質狀況, 並給予其某種等級分類[4] , 希望藉以描述標的目前所受的信用風險程度大小, 給投資人或金融機構一個衡量信用風險的簡易參考。此外, 於特定時點, 信評公司會依目前市場或總體經濟情況定期公布移轉矩陣, 藉以表示至下一時點評等轉換的概率。

CPV模型稱任何特定年度或期間下, 所觀察到的移轉矩陣爲條件移轉矩陣 (condition migration matrices), 因其爲在特定風險衡量期間, 給定某種經濟條件下的移轉矩陣, 其反應是目前經濟情況, 各等級於下一時點評等轉轉換可能性的分布情況。例如: 當總體經濟蕭條時, 則被評爲 C 等級的公司下一年度或下一時點評等降級 (downgrade) 的可能性應會增加, 評等上升 (upgrade) 的可能性應減少。

[3]亦有人譯爲信用轉換矩陣、信用轉移矩陣等。本文通稱爲移轉矩陣。

[4]S&P與 Moody's 分類方法略有不同, 一般分類爲八個等級或十個等級, 台灣 TCRI 則分成十個等級。

進一步計算多期或多年條件移轉矩陣的平均則所得到的移轉矩陣, CPV 模型定義爲「無條件移轉矩陣」, 其所反映的是一段期間或多年以來「期望移轉路徑 (expected migration paths)」, 而這類無條件移轉矩陣可由外部評等機構取得, 或由金融機構內部歷史資料計算得到。

由於無條件移轉矩陣內容隱含長期平均的概念, 其在計算的過程中, 很可能經歷了多個經濟循環的波動, 未來景氣波動則移轉矩陣內元素勢必跟著改變, 若直接由無條件移轉矩陣各等級違約機率的大小, 做爲模擬下一期損失分配的基礎, 將會得到一個「長期平均違約損失分配」, 而非我們眞正想獲得的「考慮未來經濟條件下的損失分配」。若以長期平均違約損失分配來計提經濟資本, 隱含假設在各種不同的經濟情況下, 所需準備的經濟資本是相同的, 而這種結果不是我們所樂見的。

接著將簡單介紹無條件移轉矩陣內元素, 假定我們以 R_i, $(i = 1, 2, \ldots, 10)$ 來表示我們的10個等級類別, R_1 表示最信用品質最好的等級, R_{10} 爲違約的狀態。若我們經由外部評等機構或內部自行利用歷史資料得到一無條件移轉矩陣, 定義這個矩陣爲 $\overline{M} = (\overline{P}_{ij})$, $\overline{P}_{ij}$ 即爲無條件移轉矩陣中, 期初被評等爲 i 等級, 期末轉爲 j 等級的機率, 即 $\overline{P}_{ij} = \mathbb{P}[R_i \to R_j]$ 。

CPV模型將投資組合中放款對象或資產分成多個部門, 每個部門皆對總體經濟的衝擊具有不同程度的反應, 因此每個部門都將會有屬於自己的條件移轉矩陣, 我們定義其符號爲 $M = (P_{ij})$, 爲特定部門的條件移轉矩陣。

然而, 美中不足的地方是, 我們僅知由模擬各部門條件投機等級違約率後, 將之與部門投機等級歷史平均違約率的比值做成產業的風險性指標 (risk index), 接下來詳細調整無條件移轉矩陣的步驟與方法, 在 Wilson (1997a,b) 中並沒有說明。而麥肯錫投資顧問公司僅提供給其客戶個別諮詢, 未將計算條件移轉矩陣的

做法在其官方文件中揭露。雖然如此, 我們仍可以就風險性指標的概念做爲研究條件移轉矩陣的基礎, 而此亦爲本文研究重點之一, 將在下一章詳述之。