

**「推動我國綜合證券商建立內部
風險值管理系統（Internal VaR System）
以控管市場風險及配置資產」研究計劃
期末報告**

計劃主持人：盧陽正

共同主持人：林建甫 趙莊敏 李儀坤 李忠榮

研究助理：魏裕珍 陳逸珊 張炎欽

楊明樺 朱雅菁 鍾光耀

中華民國九十一年六月

目 錄

第一章 緒論.....	1
1.1 背景與動機.....	1
1.2 研究問題與範圍.....	3
第二章 美日及我國證券商自有資本比率規範.....	6
2.1 國際證券管理協會 (IOSCO)對證券商之相關規範.....	6
2.1.1 IOSCO 之沿革.....	6
2.1.2 IOSCO 成立之宗旨.....	6
2.1.3 IOSCO 對證券商之規範.....	6
2.2 美國證券商自有資本適足之規範.....	10
2.2.1 證券商之淨資本.....	10
2.2.2 證券商自有資本適足比率之規範.....	12
2.2.3 衍生性金融商品交易商之特別規定.....	13
2.2.4 衍生性金融商品交易商資本適足之規範.....	17
2.3 日本證券商自有資本比率規範現況.....	20
2.3.1 前言.....	20
2.3.2 日本證券商第一次自有資本適足比率規範淵源.....	20
2.3.3 日本證券商第一次自有資本適足比率規定內容概要.....	21
2.3.4 日本證券商第二次自有資本適足比率規定.....	25
2.4 我國證券商自有資本比率規範現況.....	31
2.4.1 我國證券商自有資本比率規範之法源.....	31
2.4.2 我國證券商資本適足比率之計算方法.....	32
2.5 我國證券商自有資本適足比率規範未來修訂之可行方向.....	39
第三章 國際上慣用之風險值 (VaR)估計模式.....	42
3.1 VaR 在自有資本適足比率規範中之定位.....	42
3.1.1 我國證券商自有資本比率架構圖及內部模型法之定位.....	44
3.1.2 VaR 估計模型分類.....	46
3.2 變異數—共變異數法.....	48
3.2.1 線性商品.....	48
3.2.2 非線性商品.....	52
3.3 歷史模擬法.....	58
3.3.1 歷史模擬法之理論架構.....	58
3.3.2 拔靴複製法.....	60
3.4 蒙地卡羅模擬法.....	62

3.4.1	產生隨機亂數.....	62
3.4.2	單一資產模擬.....	63
3.4.3	投資組合模擬.....	64
3.5	極端值理論 (Extreme Value Theory)	66
3.5.1	應用極端值理論估計 VaR 值之方法.....	66
3.5.2	參數估計法與非參數估計法.....	68
3.6	債券部位之風險值.....	71
3.6.1	債券投資組合的風險值(Bond Portfolio VaR).....	72
3.6.2	各面向權數的決定 (Assigning Weights to Vertices).....	75
3.6.3	設定債券投資組合的比較標準(Benchmarking a Portfolio)	77
3.7	利率交換與資產交換之風險值.....	80
3.7.1	利率交換風險值.....	80
3.7.2	資產交換之風險值.....	82
3.8	回溯測試 (Back Testing)	84
3.9	壓力測試 (Stress Testing)	88
3.10	與 VaR 有關之績效評估指標.....	90
3.10.1	夏普比率.....	90
3.10.2	VaR 基礎之績效評比指標.....	91
3.11	投資組合元件風險值與風險報告書.....	93
3.11.1	投資組合總風險值與元件風險值.....	93
3.11.2	風險報告書.....	96
第四章	建立以 VaR 為基礎之風險資源規劃與資產配置模型.....	103
4.1	證券商利用內部 VaR 模型法建立風險控管制度之作法.....	104
4.2	證券商自有資本適足規範中納入 VaR 內部模型法之建議作法.....	108
4.2.1	市場風險約當金額內容及計算方法.....	108
4.2.2	運用 VaR 內部管理模型計算市場風險約當金額.....	109
4.2.3	主管機關認定 VaR 內部管理模型之相關配套規定.....	110
4.2.4	VaR 內部管理模型認可申請書之提出.....	111
4.2.5	主管機關認可證券商 VaR 內部管理模型之審核標準.....	111
4.2.6	主管機關取消證券商原有使用 VaR 內部管理模型之標準.....	114
4.3	國際證券管理協會 (IOSCO) 對證券商經營之各種風險的定義及其與 證券商自有資本適足規範之關聯性.....	115
4.4	風險資源規劃(Risk Budgeting)	119
4.5	VaR 為基礎之資產配置策略.....	121
4.5.1	投資組合總風險值與元件風險值.....	121
4.5.2	資產風險值限制之處理.....	123
4.5.3	平均數變異數架構下滿足 VaR 風險規劃之資產配置模式.....	124
4.6	綜合證券商 VaR 資產配置系統之資訊架構雜議.....	127

第五章 結論與建議.....	129
5.1 結論.....	129
5.2 建議.....	1322
參考文獻.....	133
中文.....	133
日文.....	134
英文.....	134
國際規範參考.....	136

圖目錄

圖 1.1	風險值定義圖.....	2
圖 2.1	證券商淨資本計算流程.....	12
圖 2.2	美國證券商自有資本適足性計算及規範.....	19
圖 2.3	日本證券商第二次自有資本適足性計算程序及標準(2001年新版).....	30
圖 2.4	我國證券商自有資本適足性計算程序及標準(2002年4月為止之版本).....	37
圖 3.1	銀行風險性資產計算方式與自有資本適足性計算程序及標準.....	43
圖 3.2	我國證券商自有資本適足性納入內部模型法計算程序架構圖.....	45
圖 3.3	證券商 VaR 內部模型估計方法.....	47
圖 3.4	歷史模擬法資料時點.....	58
圖 3.5	極端值理論估計 VaR 的概念.....	66
圖 3.6	極端值理論之參數意義.....	68
圖 3.7	極端值理論估計 VaR 之流程.....	70
圖 3.8	資產交換圖.....	83
圖 3.9	臺灣證券交易所股價指數 2000-2001 年走勢圖	86
圖 3.10	各種 VaR 估計模型回溯測試結果比較圖.....	87
圖 3.11	各種 VaR 估計模型暨 BVaR 回溯測試結果比較圖	87
圖 3.12	風險值與壓力測試.....	88
圖 4.1	加入回溯測試及壓力測試於內部模型法之證券商自有資本適足.....	105
圖 4.2	綜合證券商之部門別組織架構圖.....	106
圖 4.3	證券商 VaR 內部模型三階段功能圖.....	107
圖 4.4	層級式 VaR 限制條件下之風險規劃.....	120
圖 4.5	綜合券商 VaR 資產配置系統於證券商後臺資訊系統中之定位.....	128

表目錄

表 2.1	乘數因子表.....	16
表 2.2	市場風險約當金額之風險係數.....	34
表 2.3	未達法定比率之處置方式.....	35
表 2.4	我國證券商自有資本適足率與日本證券商第二次自有資本適足規律範之 比較彙整表.....	41
表 3.1	資產損益模擬矩陣.....	59
表 3.2	美國零息債券的風險和相關性.....	71
表 3.3	債券投資組合的映射方法.....	73
表 3.4	計算 2 億美元債券投資組合的風險值.....	74
表 3.5	利用零息債券價格的變動來計算風險值.....	75
表 3.6	決定各時點的權數(Assigning Weights to Vertices)	77
表 3.7	100 百萬美元債券指數的標準投資組合.....	78
表 3.8	計算 100 百萬美元利率交換的風險值.....	80
表 3.9	將利率交換視為遠期契約計算風險值.....	81
表 3.10	加碼因子表.....	84
表 3.11	台灣證券交易所股價指數風險值之回溯測試結果彙整表.....	85
表 3.12	DPG 壓力測試的標準.....	89
表 3.13	綜合證券商風險報告書格式.....	97
表 4.1	「失敗次數」與風險乘數對應表.....	110

第一章 緒論

1.1 背景與動機

風險值 (Value at Risk, 以下簡稱 VaR) 係以單一金額數字 (\$), 來表達一機構之投資組合, 在特定持有期間內, 當市場發生最壞情境下 (以機率表示) 之最大損失金額; 亦即, 該機構在特定期間內, 某一機率百分比下之最大可能損失程度為多少 (參見圖 1.1)。

VaR 提供金融機構一衡量市場風險 (market risk) 之方法。所謂市場風險, 係指因股價、利率或匯率之不利方向變動, 致使投資部位遭受損失的風險。巴塞爾銀行監理委員會 (Basel Committee on Banking Supervision) 於 1996 年修正銀行自有資本適足性規範, 並於 1998 年開始, 允許銀行使用 VaR 模型來提撥適足的資本以涵蓋市場風險。該委員會也在 1995 年邀請國際證券管理協會 (International Organization of Securities Commissions, IOSCO), 研討 VaR 在證券商的使用。而 IOSCO 於 1998 年發布了關於證券商採用 VaR 之規範。美國財務會計準則委員會 (FASB) 及美國證券管理委員會 (SEC) 也已提議運用 VaR, 特別是內部模型法 (internal VaR model)¹, 來改善衍生性金融商品的風險揭露。由國際趨勢可見, VaR 已成為當今風險管理一項重要的工具。

我國目前銀行法對於銀行之自有資本適足率規範中, 關於市場風險之資本計提, 允許使用「標準法 (standard model)」或「自有模型法 (internal model)」來計算。此種設計方式符合 BIS 1996 年以後之自有資本適足性規範。而目前我國證券商自有資本適足性規範中, 對於市場風險約當金額之計算方式, 係採用「標準法」, 做法為針對於各種不同金融資產的交易風險及信用風險給予不同的「風

¹ VaR 揭露方法有依金融監理機構規定之依據風險性資產特定風險權數所計算的標準模型法 (standard VaR model), 以及依市場與金融機構內部情形, 再根據 VaR 估計模型而自行設計的內部模型法 (internal VaR model)。

險係數」，最後將各種計算出來的風險約當金額予以加總，並作為證券商總風險性資產的風險約當金額，此種計算方法未考量到風險性資產間風險互抵的效果（資產間相關性為不完全相關所造成的風險互抵效果），亦無法確實反應證券商持有部位的風險。

1996 年 BIS 修訂巴塞爾協定，讓銀行可以自行發展「內部模型」估計其市場風險。美國 SEC 對於證券商之自有資本適足性規範中，關於市場風險約當金額之計算，亦已納入「內部模型法」；日本證券商第二次自有資本比率規定中（2001 年），亦允許日本證券商採行「內部模型法」計算市場風險約當金額。隨著我國金融市場日漸開放與國際化，市場也陸續推出新種的金融商品，我國證券商之自有資本適足性規範，宜參考美國及日本之標準，允許其中市場風險約當金額之計算，亦可採用「內部模型法」，運用 VaR 之觀念估算市場風險，計提自有資本準備。

隨著金融之創新及資本市場之深化，推動國內證券商 VaR 內部模型法，進行風險揭露（risk reporting）、風險控管與規劃（risk control and allocation），及風險資源分配下之策略性資產配置（risk based asset allocation），勢將成為提昇國際競爭力之必要條件。國內券商在 WTO 架構下欲完成以風險資訊為基礎的風險規劃與資產配置，依 Basel Agreement、BIS 及 IOSCO 之規範，VaR 之內部模型建立機制有必要建立；更進一步地，VaR 風險資源分配系統及以 VaR 資訊為基礎的資產配置系統雛型，亦有必要進一步分析。

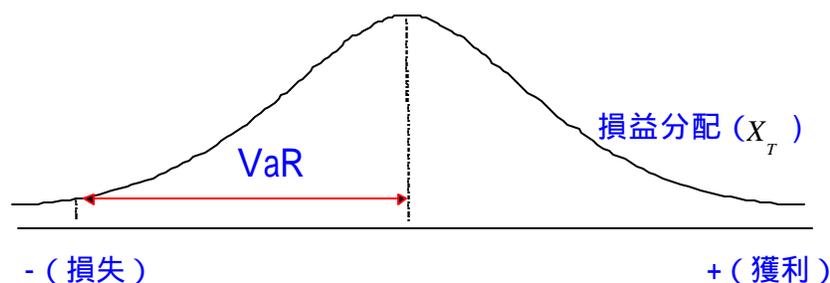


圖 1.1 風險值定義圖 ($Prob(X_T < -VaR) = a\%$)

1.2 研究問題與範圍

IOSCO(1998)定義證券商經營將面臨六種風險，依序為「市場風險 (market risk)」、「流動性風險 (liquidity risk)」、「信用風險 (credit risk)」、「操作風險 (operational risk)」、「法律風險 (legal risk)」與「系統風險 (systematic risk)」。這六種經營風險中，「市場風險」是由證券報酬率波動、利率波動、匯率波動或標的資產報酬率波動所引發的資產報酬率變動之風險，在我國現行的證券商自有資本適足規範中由「標準法」依資產別風險權數設算之。「流動性風險」亦可部分由資產別風險權數加以估算。信用風險中關於「交易對手違約風險」在現行證券商自有資本適足規範中，由「交易對手風險約當金額」加以設算；至於「信用等级改變之風險」在現行證券商自有資本適足規範中並未提出處理方式。「操作風險」部分則以去年營業費用之 25% 為概估，成為證券商之「基礎風險約當金額」。「法律風險」及「系統風險」在現行證券商自有資本適足規範中並未加以處理。

「VaR 內部模型法」之引進可以促使「市場風險」之估算突破現有同一資產類別風險係數均相同的問題，真實反應不同資產之風險特性，及資產與資產間之相關係數結構所引發的風險互抵效果，使得市場風險暴露得到更精確的衡量。此外，關於「資產信用等级發生未預期改變」所引發之價格變動風險，可參酌 J.P. Morgan 的 CreditMetricsTM(1999)之概念，在我國的信用評等體系建置完備後，嘗試將信用風險值(Credit at Risk)內部模型化。

由於全球及我國金融機構（特別是銀行）自有資本適足性規範中，關於風險性資產部位之市場風險暴露應計提之資本準備已納入「內部模型法」來估計。美國 SEC 對於證券商之自有資本適足性規範中，關於市場風險約當金額之計算，亦已納入「內部模型法」；日本證券商第二次自有資本比率規定中（2001 年），亦允許日本證券商採行「內部模型法」計算市場風險約當金額。如何推動我國證券商於自有資本適足比例規範中納入「VaR 內部模型法」與世界金融機構風險

管理標準接軌，如何利用「VaR 內部模型法」所提供之資訊提昇證券商之風險管理效能，及如何利用「VaR 內部模型法」所提供之資訊進行策略性資產配置以提昇證券商之經營績效，成為本研究計劃研究問題之主軸。

本研究計劃研究問題可歸納如下：

- (1) 藉由美日及我國證券商自有資本適足比率規範之比較，分析我國現行證券商自有資本適足比例規範如何納入「VaR 內部模型法」，及其於證券商自有資本適足比率規範中之定位。
- (2) 分析整理目前國際慣用之風險值衡量方法，包括 (i) 變異數—共變異數法 (Variance – Covariance method)²；(ii) 歷史/歷史模擬法 (Historical/Historical Simulation)³；(iii) 蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Simulation)；(iv) 極端值理論法 (Extreme Value Theory method，以下簡稱 EVT)；(v) 回溯測試 (Back Testing)；(vi) 債券投資組合 VaR 之計算；(vii) 我國已開放之利率衍生性商品如利率商品交換及資產交換之 VaR 估計方式；(viii) VaR 之壓力測試 (Stress Testing) 及 EVT 與壓力測試之關連性。
- (3) 將 IOSCO 於 1998、1999 及 2000 年所發布之「證券商風險控管制度實施要點」做一摘要整理，提出推動我國綜合證券商採用風險值模式控管市場風險之建議。
- (4) 釐清 IOSCO (1998) 對於證券商經營將面臨之「市場風險 (market risk)、信用風險 (credit risk)、流動性風險 (liquidity risk)、作業風險 (operational risk) 及法律風險 (legal risk) 及系統風險 (systematic risk)」間之界限與關聯性，並分析「VaR 內部模型法」對於上述風險之處理能力。
- (5) 比較變異數—共變異數法 (Variance – Covariance method)、歷史模擬法 (Historical Simulation) 蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Simulation) 與極端值理論法 VaR 模型 (EVT-VaR) 之績效。

² 本法名稱在文獻上不一致，Simons (1996) 稱其為參數法 (parametric method)，Jorion (1996) 稱其為 Delta – Normal 法或 Sigma – based 法。

³ Jorion (1996) 稱其為百分位法 (Quantile – based approach)。

- (6) 分析證券商構建以 VaR 為基礎之風險資源規劃(risk budgeting)及風險資源分配下之策略性資產配置模型 (risk-based asset allocation model)
- (7) 我國綜合證券商建置以 VaR 風險控管系統為基礎之「資產配置決策支援系統」雛形建議。

本報告之組織結構如下：第二章剖析美、日及我國證券商自有資本適足比率規範之異同，分析我國現行證券商自有資本適足比例規範如何納入「VaR 內部模型法」，及其於證券商自有資本適足比率規範中之定位；第三章整理國際上慣用之各種 VaR 估計模式；第四章分析我國證券商如何建立以 VaR 為基礎之資產配置模型，並提出以 VaR 風險控管系統為基礎之「資產配置決策支援系統」資訊架構雛形；第五章總結本研究計劃，並提出建議。

第二章 美日及我國證券商自有資本比率規範

2.1 國際證券管理協會(IOSCO)對證券商之相關規範

2.1.1 IOSCO 之沿革

國際證券管理協會(International Organization of Securities Commissions,簡稱IOSCO)於1974年設立，為一國際性機構，會員涵蓋各國之證券暨衍生性商品管理當局及自律組織⁴(self-regulatory organizations, SROs)等機構。IOSCO初期成立之目的，在於美國及加拿大欲對拉丁美洲諸國之證券管理當局及市場參與者進行適當之監督與指導。直至1983年，IOSCO才修改組織章程，允許其他國家之加盟。由於會員日漸增多，因而於1986年巴黎召開之年會中，將協會名稱定為目前之”IOSCO”。其總部原先設於加拿大之蒙特婁(Montreal)，1999年5月時遷移至西班牙之馬德里(Madrid)。

2.1.2 IOSCO 成立之宗旨

IOSCO 成立之宗旨在於下列四點：

1. 共同促進高品質規範的制定，以維持公正的、效率的及健全的市場。
2. 各國經驗情報之交換以促進各國國內市場之發展。
3. 集結眾人之力建立國際證券交易的標準規範及有效監督制度。
4. 為促進市場健全發展，對於嚴格落實規範及強制執行等措施提供支援。

2.1.3 IOSCO 對證券商之規範

IOSCO 對於證券商之規範，主要以達到下列三項目標為主：

⁴ 以美國為例，其投資銀行及證券業者聯合組成之「全國證券交易商協會」(National Association of Securities Dealers)，即為自律組織之一例。其制定了「統一規範」及「公平交易規範」，以健全店頭市場之發展。若違反其規定，則依情節輕重處以罰金、停止會籍或開除的處分。

1. 保護投資人。
2. 確保市場之公平性、有效性，及透明度。
3. 減少系統性風險。

為了達成上述三項目標，IOSCO 於 2001 年 11 月頒佈了有關證券商規範之 30 項主要原則，分為 8 大項列述於下。

1. 主管機關之主要原則

- (1) 明確訂定管理當局之職責。
- (2) 管理當局於執行功能與行使權限時應具有獨立性及公信力。
- (3) 管理當局應有適當的授權、資源、及能力，以便執行上述之功能及權限。
- (4) 管理當局應採用清楚且一致的規範程序。
- (5) 管理當局之職員應遵守最嚴謹的職業道德規範，包括保密原則等規範。

2. 自律機構之主要原則

- (1) 適當授權自律組織(SROs)於其專長的業務上分擔部分監管的責任。
- (2) 被授權後之自律組織應受到主管機關之適當監督，確保其行使權限時符合公平與保密的原則。

3. 強制執行之主要原則

- (1) 管理當局應具有全面性的檢查、審核與監管之權限。
- (2) 管理當局應具有全面性的強制執行之權限。
- (3) 規範系統應能確保有效並可靠地行使上述檢查、審核、監管及強制執行之權限，以達成規範遵循之目標。

4. 國際合作之主要原則

- (1) 管理當局應有權將公開與非公開的資訊與國內外之對等機構分享。
- (2) 管理當局應建立資訊共享之機制以規範上述資訊分享之時機與方式。

- (3) 管理當局應對於外國管理當局因執行功能與行使權限之必要而尋求支援時，提供必要之協助。

5. 發行者之主要原則

- (1) 與投資人之決策有實質相關的財務等資訊，應做全面性、及時且精確的揭露。
- (2) 公司發行證券之持有人，不論持有多寡，應得到公平合理的對待。
- (3) 會計與稽核制度應以國際公認標準為主。

6. 聯合投資計畫⁵之主要原則

- (1) 管理當局應制定有關聯合投資計畫之銷售或管理的規範及核發執照之標準。
- (2) 管理當局應訂定有關聯合投資計畫之法律主體、架構、及對客戶資產隔離與保護等相關規範。
- (3) 管理當局應要求聯合投資計畫比照證券發行者做資訊之揭露。
- (4) 管理當局應確保聯合投資計畫之資產價值受到正確評估，且其客戶投資單位之贖回亦有明確揭示。

7. 市場中介機構⁶之主要原則

- (1) 管理當局應制定有關市場中介機構之最低進入標準。
- (2) 進入標準包括設立資本額之要求、後續營運之最低資本需求及其他相關規範。
- (3) 市場中介機構應遵守為保護客戶權益而制定之內部組織及營運方式的規範。
- (4) 為減少投資人之損失及控制系統性風險，管理當局應制定處理問題的中介機構之標準處理方法與程序。

8. 次級市場之主要原則

⁵ 例如共同基金中之開放型基金、以及在證券市場上交易之封閉型基金等皆屬此類。

⁶ 例如資產組合之管理業務、經紀、自營、承銷業務，及提供與證券交易相關資訊之服務等皆屬之。

- (1) 交易系統之建立必須經由主管機關之核准及監管。
- (2) 交易系統應持續受到管理當局之監管，落實公平公正之原則，以確保交易市場之健全發展。
- (3) 管理規範應以促進交易透明化為原則。
- (4) 規範系統應有能力偵測並阻止人為操縱市場及其他不當交易之行為。
- (5) 管理規範應確保對於巨額曝險、倒帳風險及市場巨變等情況做適切之管理。
- (6) 證券交易之結算系統應受到管理當局之監管，確保其公平性、有效性及降低系統性風險。

上述 IOSCO 所頒佈的證券商規範之主要原則，對於世界各主要國家證券主管機關制定「證券商自有資本適足性規範」有直接的影響，以下 2.2 至 2.4 節所整理現行美國、日本及我國證券商資本適足規範，均遵循 IOSCO 於 2001 年 11 月頒佈之 30 項主要原則。

2.2 美國證券商自有資本適足之規範

美國的證券業之分類與台灣有所不同，其主要可分為(1)證券商(securities firms)及(2)投資銀行(investment banks)兩大類。證券商從事業務為經紀與自營業務(broker-dealers)，投資銀行業務則包括證券之發行、承銷、包銷等業務，亦包括合併購併及公司重整等之顧問諮詢服務。有關投資銀行業務方面，除了對於有價證券情報之揭露、登記，及違規禁止等規則以外，其相關法令並不很多⁷。因此，本研究所謂之美國證券商規範，原則上是以「經紀」及「自營商」之規範為主。

基本上，美國證券商的主管機關為「美國證券管理委員會」(Securities and Exchange Commission, SEC)。事實上，在 1996 年以前，美國證券商是同時受到 SEC 及公司所在州之州法律管轄。1996 年之「推動國家證券市場發展法案(National Securities Markets Improvement Act, NSMIA)」，排除所在州對證券商之管理權限，而賦予 SEC 為證券商唯一監理當局之角色。

至於美國證券商之規範，主要規定於 1934 年之「證券交易法」(Security Exchange Act of 1934)。其中有關資本之規範，則詳列於第 15c3-1 號規則⁸中。

2.2.1 證券商之淨資本

基本上，由於證券業務之特性使然，證券商主要面對的風險在於其證券部位因市場價格變動而產生之市場風險，及其持有部位能否立即於市場中買賣，以支應其日常營運之流動性風險。由於證券商之資產皆以市價結算(mark-to-market)，其持有證券部位所遭受之跌價損失將會由其損益表中顯現出來。至於資本之多寡，可解釋為當證券商面臨市場風險及流動性風險下，欲維持正常營運時所必需

⁷ 事實上，有關從事資產管理業務、研究及諮詢服務等投資銀行業務項目時，操作性風險亦會是其中重要的考量。然而操作性風險之具體衡量方式仍在初步研究階段，尚無相關法令將其納入規範當中。

⁸ 第 15c3-1 號規則之全名為 " Net Capital Requirements for Brokers or Dealers "。

準備之防護(buffer)。

依此理念，美國對於證券商之資本規範採行所謂的「淨資本法」(net capital approach)，其主要的目的在於要求證券公司維持一定比率的高流動性資產。當市場發生變化時，其能迅速變現(此處亦考慮大量出清時可能之跌價損失)，以應付顧客及其他市場參與者之需求。至於淨資本(net capital)之計算方式，簡單敘述如下：

1. 依照美國一般公認會計原則(GAAP)計算證券公司之淨值(net worth)。
 2. 加上：未實現利益(或扣除未實現損失)、延期支付之稅金、及低順位求償之負債(subordinated liabilities)。
 3. 扣除：變現性低之資產，包括固定資產(例如辦公大樓及設備等)、存貨(可交易之現貨則不用扣除)、無擔保之應收款項，以及其它流置在外超過一定日數之應收帳款(例如超過 30 天之應收利息或應收手續費)。此外，超過一定日數之保險索賠金額，亦應予以扣除。
 4. 根據以上之調整，可得出「初步淨資本」(tentative net capital)。
 5. 再依據資產之「流動性」及「避險部位」做「修剪」(haircut)調整。所謂「修剪」⁹，即從初步淨資本中，扣除證券公司持有之各種金融資產淨部位市值的固定百分比。其目的是以此扣除額當作公司要全部出清時可能產生的市場跌價風險。至於扣除百分比之決定，則依照金融資產之特質及其流動性，參考巴塞爾協議中標準模型中之市場風險因子，而規定於 15c3-1 號規則中。例如商業本票到期日於 30 90 天內者之修剪額度為 0.125%，紐約證交所上市股票之修剪額度為 15%。
 6. 將初步淨資本經過「修剪」後，即得到證券公司之「淨資本」(net capital)。
- 其基本計算流程可由下圖表示：

⁹ 有關計算淨資本必須調整的項目及「修剪」部分，除 15c3-1 號規則第 c.2 項有說明外，其附錄 B 亦有補充說明。

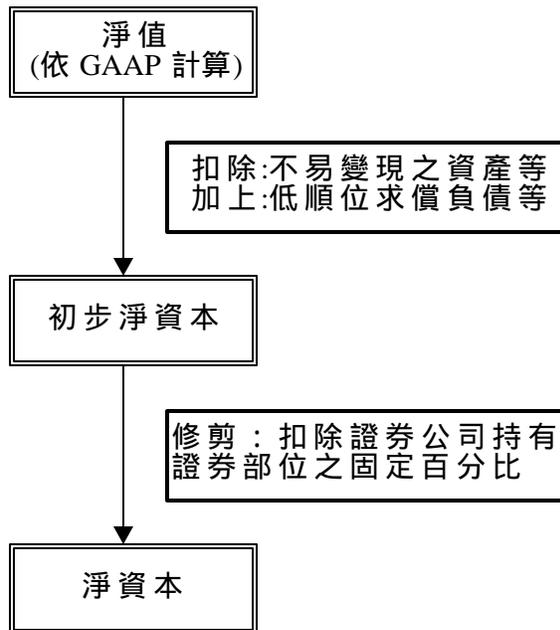


圖 2.1 證券公司淨資本計算流程

2.2.2 證券商自有資本適足比率之規範

證券商於計算出淨資本後，進一步評估的「資本適足」是以下列兩個標準來考量，並視孰者為大而定。第一個準則是依照證券商經營業務之種類，依其所涉及之風險大小而分別給定「最低淨資本需求額」¹⁰。基本上，從事「一般經紀」或「自營」業務者，其淨資本不得低於\$250,000。

至於第二個準則，則為「淨資本比率限制」，其中包含兩種計算方式。第一種計算方式(或稱為基本方式)，為證券商之總負債(aggregate indebtedness)不得超過其淨資本(net capital)之 1500%。

$$\frac{\text{總負債(aggregate indebtedness)}}{\text{淨資本(net capital)}} \leq 1500\%$$

¹⁰ 對於不同業務之經紀自營商的最低淨資本需求額之規定，詳見 15c3-1 號規則及其附錄 E 之補充說明。

至於「總負債」之定義¹¹，簡單而言，包括所有因交易而產生之金錢負債，例如借款、證券貸款之應付款項、處於空頭部位之顧客帳戶中之貸方餘額、及顧客商品期貨帳戶中之權益(equities)等，再扣除某些特定項目而成。

至於另一種方式(或稱為替代方式)，則為證券商之淨資本與借方資產合計額(aggregate debit items)之比率必須超過 2%：

$$\frac{\text{淨資本(net capital)}}{\text{借方資產合計額(aggregate debit items)}} \geq 2\%$$

關於「借方資產合計額」之求算方式，則依照 15c3-3 號規則中表 A¹²的項目來計算，其內容主要多為客戶應償付給證券商之款項，包括客戶現金帳戶及保證金帳戶之借方餘額、借入之證券(客戶融券放空或補足客戶違約交割部分)、選擇權交易所需繳交之保證金等。由於替代方式之比率計算較為簡單，再加上美國大型證券商之客戶眾多，使其 2%之借方資產合計金額遠超過第一準則之最低資本需求額，是以美國多數大型證券商皆選擇以替代方式之比率作為其最低淨資本需求之規範。然而，採用此計算方式者，當其淨資本低於借方資產合計額之 5%時，主管機關便視之為早期警訊(early warning level)而加強監理，故事實上證券商所計算之比率皆較法定比率為高。

2.2.3 衍生性金融商品交易商之特別規定

為了因應衍生性金融商品交易之蓬勃發展，美國對於店頭市場的衍生性金融商品交易商制定一套特別的規定。由於在原本的證券交易法架構下規定證券商所能從事之衍生性金融商品交易的範圍太過狹隘，其僅能從事與有價證券相關之衍生性商品交易。為了規避法令，許多證券商便另行設立「子公司」，從事非有價證券類之衍生性金融商品(例如能源期貨、商品期貨等)，或直接設立「海外子公司」從事衍生性商品交易。如此一來，反而使得衍生性金融商品之風險未能得到適當之監管。

¹¹ 詳見 15c3-1 號規則第 c.1 項說明。

¹² 表 A 之名稱為 "Formula for Determination of Reserve Requirements for Brokers and Dealers"。

另一方面而言，美國對於經紀及自營商之規範，主要著重於市場風險及流動性風險之控管，但是對於從事衍生性金融商品之交易商而言，信用風險(尤其指交易對手風險)之管理亦相當重要。是以，對於店頭市場的衍生性金融商品交易商(以下簡稱交易商)之資本規範，美國另行增訂新的規則。於此規範下，交易商於計算淨資本時，在得到 SEC 許可後，可以計算「市場風險」與「信用風險」之方式來取代前述之調整方式。茲簡述如下：

1. 信用風險

交易商在店頭市場從事衍生性金融商品交易所產生之信用風險，主要為交易對手風險，目前此部分之計算採用「標準法」¹³。計算公式為其交易對手帳戶之淨重置價值¹⁴(net replacement value)乘以 8%，再乘上「交易對手因子」(counterparty factor)而成。

所謂「交易對手因子」，則是依交易對手之債信等級來決定乘數之大小。舉例而言，若交易對手之無擔保長期信用債券之評等為最高的兩個等級，則乘數為 20%；若為第三及第四高的兩個等級，則乘以 50%；若評等更低，則乘以 100%。

此外，當交易過度集中於某客戶時，亦會產生交易集中風險(concentration charge)。其計算方式為，當某一交易對手之淨重置價值超過此交易商之初步淨資本(tentative net capital)之 25% 時，其超過部分之金額，再乘以交易集中之風險乘數。此乘數之大小亦依照交易對手之信用等級來決定：若其無擔保長期信用債券之評等為最高的兩個等級，則其超過部分再乘以 5%；若為第三及第四高的兩個等級，則乘以 20%；若評等更低，則乘以 25%。

總括而論，衍生性金融商品交易商之信用風險約當金額之計算公式如下：

¹³ 1997 年增訂對衍生性金融商品交易商之規範時，曾有人建議將信用風險採內部模型計算的方式亦納入條文，但 SEC 認為信用風險的 VaR 模型尚不夠成熟，暫時不予列入。

¹⁴ 衍生性商品屬雙向契約，當一方無法履行契約，則他方所面臨之信用風險為再行訂定契約之風險，亦即所謂重置價值。

衍生性金融商品交易商信用風險約當金額

=交易對手風險約當金額+交易集中風險約當金額

其中

交易對手風險約當金額=淨重置價值 ×8% ×交易對手因子

交易集中風險約當金額=交易對手之淨重置價值超過交易商之初步淨資本 25%之部分 ×交易集中風險乘數

2. 市場風險

交易商之市場風險，為下列三者之合計額：(1)VaR 模型估計之風險值，(2)標準模型計算出之權益工具及未上市證券之風險值，以及(3)剩餘部位風險值。以下將分別說明之：

所謂 VaR 方式，是交易商以自行開發之 VaR 模型來計算衍生性金融商品交易之市場風險值。有關此部分市場風險約當金額之計算，是以 VaR 模型計算之風險值乘上乘數因子(multiplication factor)而得。關於 VaR 模型之相關規範及乘數因子之決定，將詳述於后。

至於標準模型方式，則是對於(1)權益型金融工具，或是(2)未經美國證券管理委員會核准使用 VaR 模型計算風險值之金融工具（包括權益工具、未上市流通證券、低於投資等級之債券、及其衍生性商品等），得依照 15c3-1 號規則之附錄 A 中，對不同種類衍生性商品所規定的百分比¹⁵，乘上淨部位之合計額，作為此部份之市場風險約當金額。

至於剩餘部位，則指上述兩種方式下仍未囊括的部位，則比照原來 15c3-1 號規則中對於淨資本調整項目之標準。

是以，衍生性金融商品交易商之市場風險約當金額的計算公式如下：

衍生性金融商品交易商市場風險約當金額

=VaR 方式約當金額+標準模型方式約當金額+剩餘部位約當金額

其中

¹⁵ 此百分比為依照選擇權定價模式理論而求得。

VaR 方式約當金額=VaR 計算之風險值 x表 2.1 之乘數因子

然而，於採用 VaR 方式之前，必須先得到美國證券管理委員會(SEC)之許可。其審核之基準與 BIS 對銀行之規範頗為類似，包括：

(1) 定性基準

- a. 內部模型定位：VaR 模型與交易商每日之風險管理密切配合
- b. 壓力測試：為安全設計，應就內部模型所計算每日風險分析資訊進行壓力測試。
- c. 模型評估：由內部稽核人員作定期 VaR 模型評估，並交由外部會計師作年度評估。
- d. 進行回溯測試(back testing)
 - (a) 在使用 VaR 模型滿一年後，交易商必須比較最近 250 個營業日之每日實際損益與使用 VaR 估計得出之風險值(保有期間為一日、信賴水準為 99% 之單尾檢定)。
 - (b) 交易商每季必須重新計算一次回溯測試失敗次數，亦即實際營業損失超過 VaR 模型求得之風險值之日數。
 - (c) 依據回溯測試失敗次數，決定乘數因子大小，詳見下表：

表 2.1 乘數因子表

回溯測試失敗次數	乘數因子
4 次以下	3.00
5 次	3.40
6 次	3.50
7 次	3.65
8 次	3.75
9 次	3.85
10 次以上	4.00

資料來源：Appendix to Rule 15c3-1, “Optional Market and Credit Risk Requirements for OTC Derivatives Dealers”.

(2) 定量基準

VaR 模型應依下列定量基準加以設定：

- a. 每日計測：應每日計測最大預期損失額。
- b. 信賴度：應達單尾 99% 以上。
- c. 持有期間：應為 10 個營業日。
- d. 觀測期間：應在 1 年以上。
- e. 資料更新：至少 3 個月更新一次，或當市場價格或波動有巨幅變化時。
- f. 選擇權風險：VaR 模型必須涵蓋選擇權商品之之利率及價格變動風險因素。
- g. 風險因子：VaR 模型之設定至少必須考量下列四項主要風險，即利率風險、匯率風險、股價風險、及商品風險等。
- h. 風險相關係數：應加入不同風險因子間之相關係數。

2.2.4 衍生性金融商品交易商資本適足之規範

有關交易商之淨資本之計算，SEC 亦做了相關調整。原本依 2.2.1 之規定，從事衍生性商品交易的經紀自營商，在計算淨資本時，必須將其無擔保授信的部分從淨值中 100% 扣除。相較於對銀行或外國證券商之資本規範而言，證券商在從事衍生性金融商品交易時必須提列更多的資本準備，使其資金運用上的效率處於劣勢。

職是之故，在目前的規範下，交易商可以將衍生性金融商品交易而產生之無擔保應收帳款及無擔保交易對手風險等加回初步淨資本中，再扣除依 2.2.3 所計算之信用風險約當金額，以取代原來 100% 扣抵的規定，並得以更加精確地掌控信用風險。此外，再減去市場風險約當金額，以替代原有標準模式下之「修剪」方式，即可求得最後之「淨資本」。

至於衍生性金融商品交易商之資本規範，則為初步淨資本¹⁶不得低於 1 億美金，且淨資本不得低於 2 千萬美金。

上述關於美國證券商自有資本適足性之計算與規範，可整理繪圖於圖 2.2。

¹⁶ 此處初步淨資本之定義為，尚未扣除市場風險約當金額及信用風險約當金額，且並未加回無擔保授信部分之淨資本額。

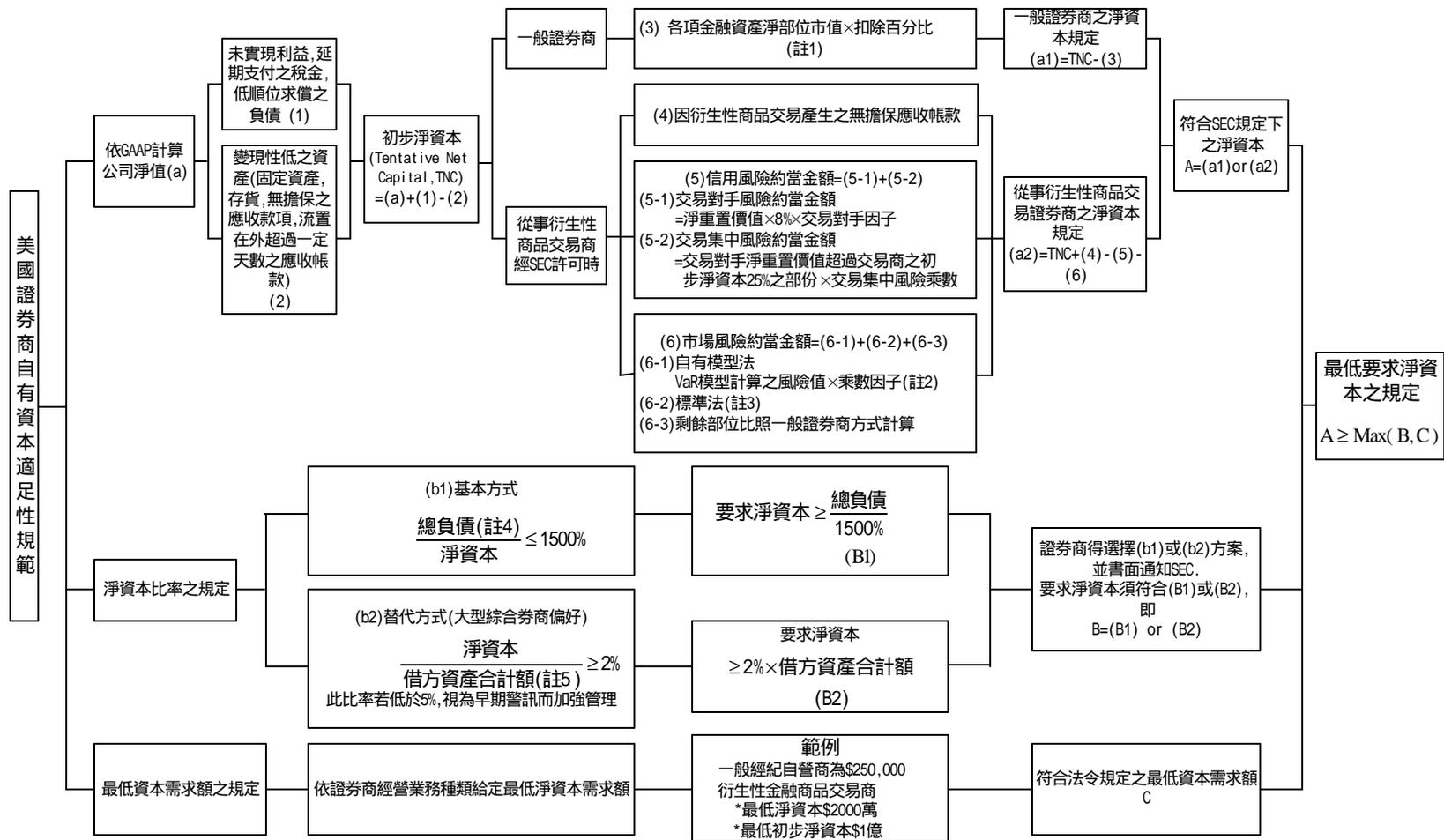


圖 2.2 美國證券商自有資本適足性計算及規範

註 1 參照 15C3-1 號規則第 C-3 項及其附錄 B

註 2 意指經 SEC 許可使用 VaR 模型計算市場風險之金融工具, 其中參數因子請參照表 2.1 之「乘數因子表」

註 3 意指權益型金融工具及未經 SEC 核准使用 VaR 模型計算之金融工具, 其計算方式為: 「淨部位合計額 × 市場風險因子(請參照 15C3-1 號規則之附錄 A)」

註 4 包括所有因金錢交易所產生之負債, 定義於 15C3-1 號規則 C.1 項

註 5 包括客戶應償付給證券商之款項, 規範於 15C3-3 號規則之表 A

2.3 日本證券商自有資本比率規範現況

2.3.1 前言

日本於 1968 年起，對於證券商的設立採取許可制，同時，為維護證券商營運健全性，就資本、負債比率、資產持有額等，分別訂定標準加以規範：

1. 最低資本額

對於證券商設立所需資本，依其經營種類及業務型態分別訂定，例如：綜合證券商為 30 億日圓，一般經紀商為 3 億日圓。

2. 負債比率

證券商負債合計額不得超過資本(加各類法定公積、及有價證券之未實現收益)。

3. 資本持有額

依金融監督廳通函規定，證券商資產依商品別分別設定其持有限額，例如，證券商投資股票金額限制在證券商淨值 40% 以內等。此規定行之有年，迄 90 年代前確實發揮相當功效，值得肯定。

2.3.2 日本證券商第一次自有資本適足比率規範淵源

日本金融當局於 1968 年訂定上述相關規定原無不當，然而由於下列事件之發生，日本大藏省乃於 1990 年 3 月 1 日公佈證券商自有資本比率規定如下：

1. 1987 年 10 月黑色星期一，各國證券商遭到極大衝擊，研討之結果，深知必須藉由強化自有資本以為因應。
2. 美國於 1934 年起已訂定證券商自有資本適足性規定，管制證券商之整體風險。英國於 1988 年 4 月基於同樣考量亦訂定相同規定。
3. BIS 及巴塞爾金融監理委員會於 1988 年公佈銀行自有資本適足比率規範，IOSCO 亦基於相同理念，認為有訂定證券商自有資本適足比率之必

要。

基於維護證券商財務的健全性，及保護投資人的安全，日本大藏省乃於 1990 年 3 月 1 日公佈證券商自有資本適足比率規定，是為日本證券商第一次自有資本適足比率規定。

日本證券商第一次自有資本適足比率規定中之風險考量與以往迥異，其中規定之重點為：

1. 市場風險

證券商持有有價證券等資產部位，嗣因有價證券價格變動，致使證券商蒙受損失。為因應此種風險乃設定風險權數，將價格變動予以考慮。

2. 交易對象風險

證券商與客戶進行附買回協議或交換等相對交易，如客戶未能依約履行，使證券商蒙受不履約及清算之風險，此類表內外交易風險亦應加以考慮。

3. 基礎風險

證券商從事經營證券交易業務，因操作不當而引發之損失，例如下單錯誤等人為疏失等引起之風險，致使證券商蒙受損失，此種風險亦應予以計入。

根據上述規定計算出風險資產約當金額後，本規範乃要求證券商保有一定比率的自有資本，以維護證券商營運健全及保障投資人權益。

2.3.3 日本證券商第一次自有資本適足比率規定內容概要

1. 證券商自有資本淨額

(1) 公式

日本大藏省於 1990 年 3 月 1 日公佈證券商第一次自有資本比率規定，其基本公式為：

$$\frac{\text{自有資本(第一類+第二類)} - \text{固定資產}}{\text{市場風險額} + \text{交易對象風險額} + \text{基礎風險額}} \geq 120\%$$

(2) 具體內容概要

日本證券商第一次自有資本比率規定(1990)之具體內容如下：

證券商自有資本淨額定義為第一類自有資本加第二類自有資本，減去固定資產後之金額。

第一類自有資本係指：

- a. 資本(股本)
- b. 法定公積
- c. 保留盈餘
- d. 本期收益

第二類自有資本係指：

- a. 交易損失準備
- b. 證券交易責任準備
- c. 呆帳損失準備
- d. 有價證券隱含收益×0.9

其中第二類自有資本之計入，以在第一類自有資本額度內為限。

第一類自有資本加上第二類自有資本後，應扣除以下固定資產：

- a. 存款
- b. 預付款
- c. 預付費用
- d. 本公司股票
- e. 對關係企業放款
- f. 固定資產

第一類自有資本加第二類自有資本，再減去固定化資產後，即得「證券商自有資本淨額」。

2.風險性資產

(1) 市場風險額

市場風險係指券商持有

a. 債券

(a.1) 公債

(a.2) 公司債等(BBB 以上)

(a.3) 垃圾債券(BB 以下)

b. 股票

(b.1) 第一類上市股票

(b.2) 第二類上市股票

(b.3) 上櫃股票

(b.4) 其他

c. 可轉換公司債

d. 認購權證

e. CP、BA、CD

f. 投信發行之受益證券

g. 外匯交易

h. 避險交易淨部位

i. 包銷契約

等部位，依上列分類，將其殘存期間、市價等分別乘上不同風險權數即得市場風險約當金額。

3. 交易對象風險約當金額

交易對象風險約當金額係指交易對象未能履行契約約定所產生之損失風險，包括：

(1) 表外交易：

- a. 附買回協議(repurchase agreement)
- b. 換匯(swap)、遠期外匯(forward)、及通貨期貨等外匯有關交易
- c. 利率交換(swap)、利率期貨等利率有關交易

a ~c 屬於表外交易事項，依交易對象別，如政府、金融機構、法人及個人，須分別乘上不同風險權數，計算出信用風險約當金額。計算出信用約當金額後再依：其一，原始暴險法；或其二，重置成本法，計算出交易對象風險額。

(2) 表內交易：

a. 債務保證

保證額視為信用風險約當金額，依交易對象別如政府、金融機構、法人或個人，再分別乘上不同風險權數，計算交易對象之風險約當金額。

b. 流動資產科目包括

- (b.1) 客戶墊款
- (b.2) 應收收益
- (b.3) 信用交易
- (b.4) 應收帳款
- (b.5) 借券

依規定之流動資產風險權數表乘上風險權數可計算出交易對象風險約當金額。將上述 b.1~b.5 加以合計，即可計算出證券商交易對象風險約當金額。

4. 基礎風險約當金額

基礎風險係指證券商日常營運費用以及事務運作出現失誤支付之金

額。基礎風險約當金額可依券商前一年度事務費用支出額乘以四分之一(25 %) 計入即可。

證券商之淨資本額及風險約當金額依上述 1~4 之內容計算出來後，自有資本比率之計算方式為 $\frac{1}{2+3+4}$ ，自有資本比率之標準為 $\frac{1}{2+3+4} \geq 120\%$ (其中 1：證券商自有資本淨額；2：市場風險約當金額；3：交易對象風險約當金額；4：基礎風險約當金額)。

2.3.4 日本證券商第二次自有資本適足比率規定

1. 淵源

日本自第一次證券商自有資本適足比率公佈以後，由於日本國內金融制度之改變，以及 1996 年 11 月金融大改革 (big bang) 之推展，致使日本證券商營運日趨艱難。

自 1997 年 11 月日本大型證券商山一證券公司倒閉後，日本金融監督廳認為應當嚴格定義證券商自有資本比率，並強化計算公式以健全證券商營運風險揭露。同時，為採行 IOSCO 所公佈之證券商自有資本適足比率，並與歐美各國之規定接軌，乃於 1998 年 10 月起修訂日本證券交易法第五十二條第一款中之規定，政府應以行政命令公佈證券商自有資本適足比率之新計算公式。並於 2001 年 3 月 31 日公佈證券商自有資本比率新計算公式之行政命令。

2 第二次自有資本比率內容概要

2001 年 3 月 31 日日本內閣府(相當於我國行政院)公佈證券商自有資本適足比率之法令，全文共計二十三條，另有附表一至附表十八之計算表格來協助證券商自有資本適足比率之估算，以下列述日本證券商第二次自有資本適足比率內容概要：

(1) 條文與內容：

- 第一條 就自有資本比率規定用語，以及子公司、風險值(VaR)、回溯測試、及壓力測試等意義詳述之。
- 第二條 列舉第一類資本及第二類資本科目內容。
- 第三條 說明固定資產科目，並將第一類資本加上第二類自有資本即得證券商自有資本額。
- 第四條 規定證券商風險約當金額，係包括市場、交易對象、及基礎風險約當金額三種。
- 第五條 規定證券商在計算其市場風險約當金額時，可採取傳統填表之「標準模式 (standard model)」或「內部管理模型(即 internal model)方式」計算而得。
- 第六條 說明標準模式，係指依傳統規定填製表格，藉以計算市場風險約當金額。
- 第七條 說明第五條所規定之風險種類，包括股票、利率、匯率，及商品等四類，其中股票風險約當金額，包括股票現貨、及股票相關之衍生性金融商品。
- 第八條 利率風險約當金額乃指債券類資產(含債券、利率有關衍生性商品)之利率風險，此種利率風險可依 Maturity 法或 Duration 法，擇一計算其市場風險約當金額。
- 第九條 證券商依第八條計算利率風險約當金額時，所使用利率敏感度分析方法，應報請金融監督廳認可。
- 第十條 外匯風險約當金額係就外匯現貨淨部位、期貨淨部位、外幣保證金交易之交易對象風險，及黃金淨部位相關之外匯風險，乘以 8% 風險權數所得金額。
- 第十一條 商品風險約當金額係指證券商依規定，將持有商品部位乘以一定權數所得金額。

第十二條 計算證券商市場風險約當金額，可依上列第六條至第十一條止，藉由本命令附表表格以傳統填表方式計算外，並准許證券商另行採用「內部管理模型(即 VaR 模型)」計算市場風險約當金額。

第十三條 證券商依第十二條採取「內部管理模型」計算市場風險約當金額，代替傳統「標準模式」，亦即填表計算方式時，應報請金融監督廳之認可。

第十四條 由於證券商依第十三條採用「內部管理模型」計算市場風險約當金額茲事體大，必須依規定填具申請書申請金融廳之認可。

第十五條 金融監督廳根據第十三條條文判斷是否應核可證券商申請認可時，應就該券商是否符合定性基準、及風險值(VaR)估算法是否符合定量基準等規定，以便遵循。

第十六條 金融監督廳如認為證券商風險值計算、或回溯測試失敗次數不當，且未依規定提出說明時，可逕予取消認可。

第十七條 交易對象風險約當金額係指券商依附表規定，分別就外匯、黃金、利率、股票、及商品等相關衍生性商品之表外交易、應收債款及保證等表內外交易、及附買回協議等表外交易等，將其先轉換為授信約當金額，再依表格規定乘上風險權數，即可得交易對象風險約當金額。

第十八條 基礎風險約當金額之計算係依前一年間，證券商營業費用乘以四分之一所得之金額。

第十九條 證券商需依規定期限申報自有資本適足比率狀況。

第二十條 闡明證券商編製申報書類應填寫之主要項目。

第二十一條至第二十二條則為規定上述申請書之提出單位、期間及

權責。

3. 日本證券商第二次自有資本適足比率計算方式之特色

日本證券商第二次自有資本比率計算方式有以下特色：

- (1) 公式部分所涵蓋規範之項目更為廣泛與細緻，就公式而言，第二次自有資本比率公式為：

$$\frac{\text{第一類自有資本} + \text{第二類自有資本} - \text{固定資產}}{\text{市場風險約當金額} + \text{交易對象風險約當金額} + \text{基礎風險約當金額}} \times 100\%$$

相較於第一次自有資本比率，規範項目更為廣泛，表格更為細緻。

- (2) 允許內部管理模型(即 VaR 模型)之採用

第二次自有資本比率之規定，其最大特色為市場風險約當金額計算時，證券商可另行採用「內部管理模型(即 VaR 模型)」，或依傳統「標準模型」填製表格，計算出自有資本比率。

- (3) 母、子公司列入規範

日本自 1993 年起，准許銀行新設證券子公司，1997 年則進一步准許純粹金融控股公司之設立。此時，對於單一券商，證券子公司之自有資本比率如何計算，亦加以考量。

- (4) 符合 IOSCO 規範

第二次證券商自有資本適足比率規定，無論就科目明確化之程度、或計算基準規範之重點，均依 IOSCO 規定訂定，符合國際潮流。

- (5) 股票隱含收益之計算更加嚴格

第二次證券商自有資本比率規定，股票隱含收益由原來可記入第一類自有資本 100% 縮減為 60%，以降低證券商蒙受股市下挫之不利影響。至於列入第二類自有資本之劣後債券，其計入額度亦嚴加限制。

- (6) 顧客資產分別管理

日本對於證券商倒閉原設有顧客資產之補償制度，此一制度與銀行存款保險制度相類似。為提高顧客之保障程度，乃規定自 2001 年 4

月起，證券商應將顧客資產與自有資產嚴格區分管理。

4. 日本證券商第二次自有資本適足比率規範之實施日期

第二次自有資本比率規範實施日期為 2001 年 9 月底證券商結算日起。

關於日本證券商第二次自有資本比率之計算方式及管理準則，可由圖 2.3 來描述。其中值得借鏡者，為市場風險約當金額(C)之計算，可由標準法所求得之(CS)與內部模型法所求得之(CV)二者擇一，此一規定讓 VaR 估計模型得到明確定位。

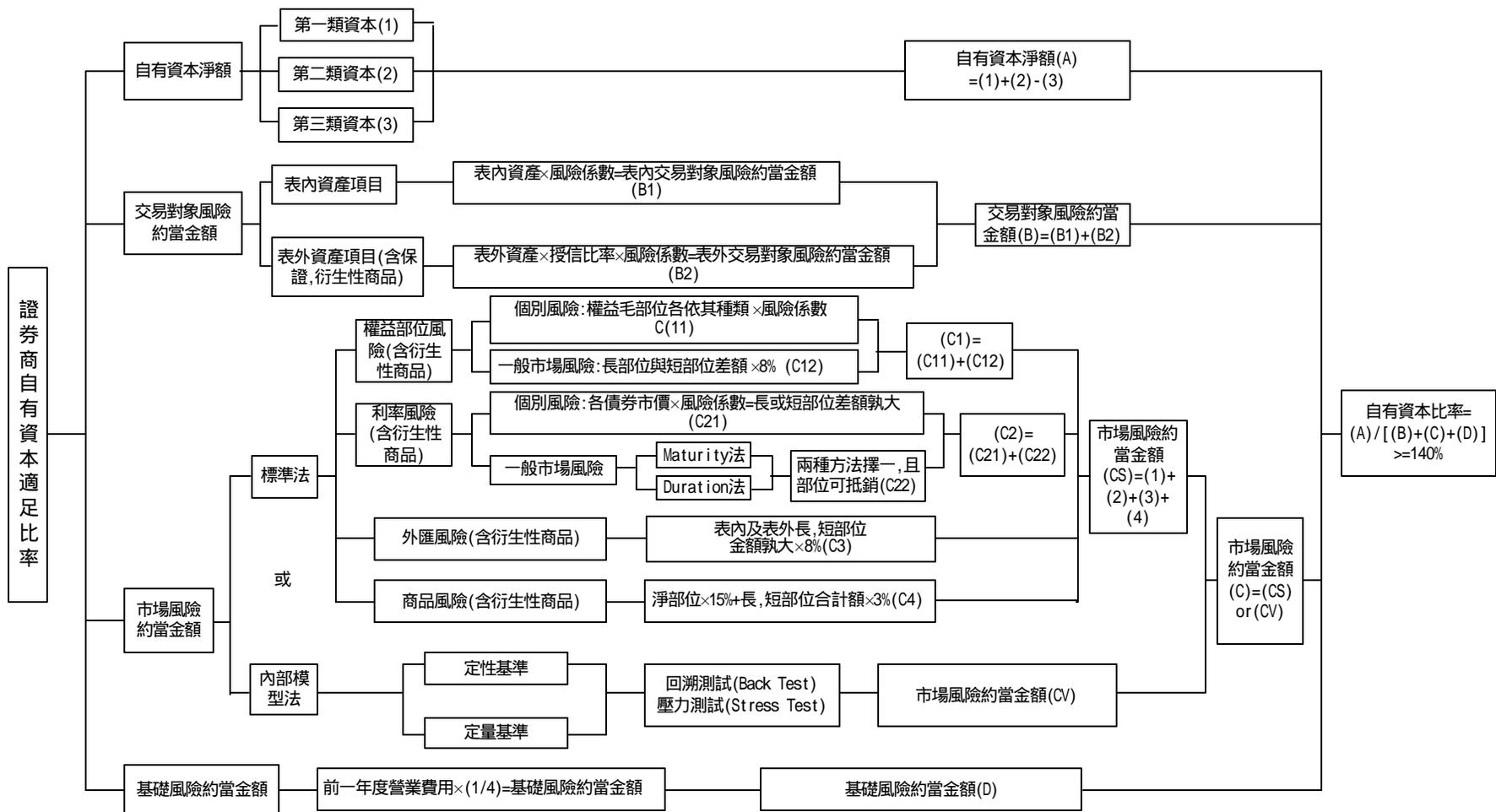


圖 2.3 日本證券商第二次自有資本適足性計算程序及標準(2001 年新版)

2.4 我國證券商自有資本比率規範現況

2.4.1 我國證券商自有資本比率規範之法源

有鑑於金融自由化、國際化之快速發展、國內股市規模名列世界前茅及證券商暴險日益增加，為使證券商風險控管得以落實，證期會乃於 1998 年 6 月 29 日依據「證券商管理規則」第九條之一，以台財證(二)第一六二六號函公佈「證券商自有資本管理辦法」。

證期會公佈之證券商自有資本管理辦法共計十二條，其條文主要內容如次。

第一條 說明辦法係「證券商管理規則」第九條之一之規定法源。

第二條 闡明證券商「自有資本適足比率」之定義。

第三條 依第二條規定，自有資本適足比率之公式為

$$\frac{\text{合格自有資本淨額}}{\text{經營風險約當金額}} \times 100 \geq 150\%$$

本條界定合格自有資本淨額之內容，係包括第一類資本(如股本、資本公積等)加上第二類資本(如買賣損失準備、證券?含權益等)，扣除非流動化資產(如預付款項、存出保證金、固定資產等)。

同時，第二類資本之金額如超過第一類資本時，仍依第一類資本之金額計算。

第四條 說明上列公式中「經營風險約當金額」係包括

1. 「市場風險」，指證券商資產負債表內及表外部位因價格變動所產生之風險。
2. 「交易對象風險」，指因交易對象不履行義務所產生之風險。
3. 「基礎風險」，指執行業務疏誤所產生之風險。

第五條 前條市場風險約當金額，係指證券商資產負債表內及表外部位，依其公平價值乘以一定風險係數所得之價格波動風險約當金額。

第六條 交易對象風險約當金額，係指證券商營業項目中，有交易對象不履行義務之交易時，依各類交易對象、交易方式之不同，分別計算後相加所得

之總和計算其風險約當金額。

第七條 基礎風險約當金額以前一營業年度營業費用之百分之二十五計算。

第八條 第五條及第六條之相關風險係數與計算方式，依本會「證券商資本適足制度計算方法及說明」為準。

第九條 證券商應每月填製「證券商資本適足明細申報表」向本會申報。

第十條 證券商自有資本適足比率應高於 150%，如 120%~150%、以及低於 120%，則分別規定應增提說明及改善計劃，並分別受限。

第十一條 為申報、說明、改善計劃不實應依證券交易法之相關規定處理。

第十二條 本辦法自發佈日起施行。

上述條文已具體列示出自有資本比率具體內容，但於 1998 年 6 月至 2000 年 2 月間，陸續有所修訂，詳細計算方式及說明，迄 2000 年 3 月 2 日始以台財證二字第 六四二號函公佈「證券商資本適足制度計算方式及說明」為準。

2.4.2 我國證券商資本適足比率之計算方法

上述「證券商資本適足制度計算方法及說明」主要內容如次。

1. 自有資本比率之公式

有鑑於國內證券商營運方式、組織架構、資產科目與歐美投資銀行型態極不相同，而與東鄰日本則甚相近。因此，國內證券商自有資本比率乃參考日本模式，以證券商資產負債表中股東之非流動性資產所得淨額即為可立即變現之自有資本，列為分子項目。

分母則為風險約當金額，則包括市場風險約當金額，交易對象風險約當金額及基礎風險約當金額。

綜上所述可得國內證券商自有資本比率計算公式如下：

$$\frac{\text{合格自有資本淨額(第一類資本+第二類資本-扣減資產)}}{\text{市場+交易對象+基礎風險約當金額}} \geq 150\%$$

2. 自有資本比率內容

(1) 第一類資本

包括股本、資本公積、保留盈餘、長期股權投資隱含損失、累積換算調整數、庫藏股票等。

(2) 第二類資本

包括違約損失準備、買賣損失準備、有價證券隱含收益（七成計入）等。

(3) 扣減資產

包括預付款項、特種基金、長期股權投資、固定資產、無形資產、存出保證金等非流動性資產。

(4) 市場風險約當金額

包括 1 台外幣債券、2 股票、3 認購權證標的股票、4 股價指數期貨、5 可轉換公司債、附認購權公司債、6 可轉換公司債、7 認購權證、認股權證、8 受益憑證、9 短期票券、10 包銷契約等。

(5) 交易對象風險約當金額

包括 1 表內項目：如信用交易帳款、附賣回債券投資及附買回債券負債。2 表外項目：如保證債務、利率交換、選擇權契約及其他衍生性商品契約、客戶未平倉期貨契約金額等。

(6) 基礎風險約當金額

依前一年度營業費用之四分之一計算之。

3. 市場風險約當金額之計算方式

風險值模式乃針對市場風險進行研究，故僅摘錄用來計算市場風險約當金額之風險係數，如表 2.2：

表 2.2 市場風險約當金額之風險係數

計算市場風險之有價證券種類	計算市場風險約當金額所使用之風險係數
債券	
(1)國內債券(台幣計價)	
政 府	一年以下(0.2%)、1-5年(1%)、5-10年(2%)、10年以上(2%)
上市(櫃)公司債	一年以下(1.5%)、1-5年(3.5%)、5-10年(6%)、10年以上(9%)
其他債券	一年以下(3%)、1-5年(6.5%)、5-10年(10.5%)、10年以上(16%)
(2)國際區域性債券(台幣計價)	一年以下(0.6%)、1-5年(2.25%)、5-10年(3.755%)、10年以上(8.25%)
(3)以新台幣以外通貨計價之債券	一年以下(5%)、1-5年(10%)、5-10年(15%)、10-25年(20%)25年以上(25%)
股票	
(1)上市股票 (含GDR、ADR、TDR、外國原股)	15%
(2)受管理股票 (含集中市場及店頭市場)	100%
(3)發行認購(售)權證避險帳戶之 標的股票	標的股票風險係數之40% 如權證發行標的為上市股票則為 6% 即(15% ×40%)
(4)上櫃股票 (含GDR、ADR、TDR等)	20%
(5)包銷取得未上市、未上櫃股票	100%
(6)上櫃第二類股票	50%
股價指數期貨	上市13%、上櫃18%
可轉(交)換公司債	市價高於面額-上市(15%)、上櫃(20%)、市價低於面額(上市櫃公司債風險係數)
認購權證	依標的股票之風險係數乘以4
基金受益憑證	國內上市(15%)上櫃(20%)債券型(5%)國外(30%)
商業本票	0-3個月(0.2%)、3-6個月(0.4%)、6個月以上(0.8%)
可轉讓存單	0-3個月(0.2%)、3-6個月(0.4%)、6個月以上(0.8%)
包銷契約	包銷金額×25%(市價低於承銷價×50%)×該種有價證券風險係數
發行認購權證未避險部位	((標的證券市價-履約價格)×認購權證流通在外單位數×行使比例-持有標的證券股數-履約保證金)×100%

資料來源：財政部證期會

根據表 2.2，市場風險約當金額之計算，大多依據資產項目之特質、分類(市場)，給予不同之風險係數(例如上市股票為 15%、上櫃股票為 20% 等)，再依據證券商所持有部位市值，乘以特定的風險係數，得到市場風險約當金額，此即為所持有部位可能損失之估計值，而證券商所發行之認購權證部位則區分為避險部位 (標的股票風險係數之 40% ，如上市股票為 $15\% \times 40\% = 6\%$)及權證未避險部位分別提列風險約當金額。而證券商應有足夠之自有資本(目前國內未針對市場風險特別訂定市場風險資本要求，但規定至少為市場風險+交易對手風險+基礎風險之 1.5 倍)以承擔此可能損失。對於未達法定比率之證券商，處置方式如表 2.3 所示：

表 2.3 未達法定比率之處置方式

自有資本適足比率 (BIS)	申報時間	改善措施
BIS = 150%	每月	次月十日前申報，以最近 BIS 資訊於年報中揭露，並於股東會提出報告
120% = BIS < 150%	每月	1.加強內控及內稽頻率 2.二週內提出說明及改善計劃 3.暫緩增加新業務或營業項目或增設分支機構 4.增提 20%之特別盈餘公積
100% = BIS < 120%	每週	1.一週內提出說明及改善計劃 2.報告頻率改為每週 3.縮減業務範圍 4.增提 40%之特別盈餘公積
BIS < 100%	每週	1.要求證券商執行前一層級之改善措施及處置項目 2.要求其未分配盈餘全數轉列特別盈餘公積，由證交所或(及)櫃買中心進行專案檢查及輔導

資料來源：財政部證期會

我國證券商自有資本適足性計算程序及標準，可整理繪圖如圖 2.4。在我國現行的證券商自有資本適足性計算方法中，利用風險係數來計算市場風險約當金額，表示風險

係數假設相同種類（或相同市場）中之所有標的資產皆面臨相同的市場風險，例如，所有上市股票的價格波動風險皆為 15%，即所有上市股票的市場風險約當金額皆由該股票市值乘以 15% 來計算；此種計算方式無法反映個別證券之實際價格波動風險，各證券商只要持有相同市值之上市股票，即會估算出相同的市場風險約當金額，而有完全相同的自有資本要求。因此現行的風險約當金額估計之標準法，無法充份反映出不同證券商不同投資組合的風險差異，此種風險約當金額估計方式會造成證券商在相同的資本要求下，傾向採取追求高風險的投資策略。

4. 我國證券商自有資本適足比率規範與日本證券商第一次自有資本適足比率規範之比較

國內 2000 年 3 月 2 日公佈之「證券商資本適足制度計算方法及說明」與日本金融監督廳 1990 年 3 月 1 日藏證第三七一號函規定之日本證券商自有資本比率比較，其異同處如下。

（1） 相同處

- a. 規定訂定精神一致：國內規定開宗明義即稱「我國證券商資本適足性制度係參考日本模式」可知一致。
- b. 計算公式一致：分子為第一類資本加第二類資本扣除非流動化資產，分母為市場風險約當金額加交易對象風險約當金額加基礎風險約當額，此一計算公式與日本一致。
- c. 計算科目類似：國內自有資本比率公式與日本自有資本比率公式相同，而公式所列分子與分母之涵義科目亦極類似。
- d. 風險權數相近：國內自有資本比率分母部份包括市場風險約當金額、交易對象風險約當金額、基礎風險約當金額於計算風險約當金額

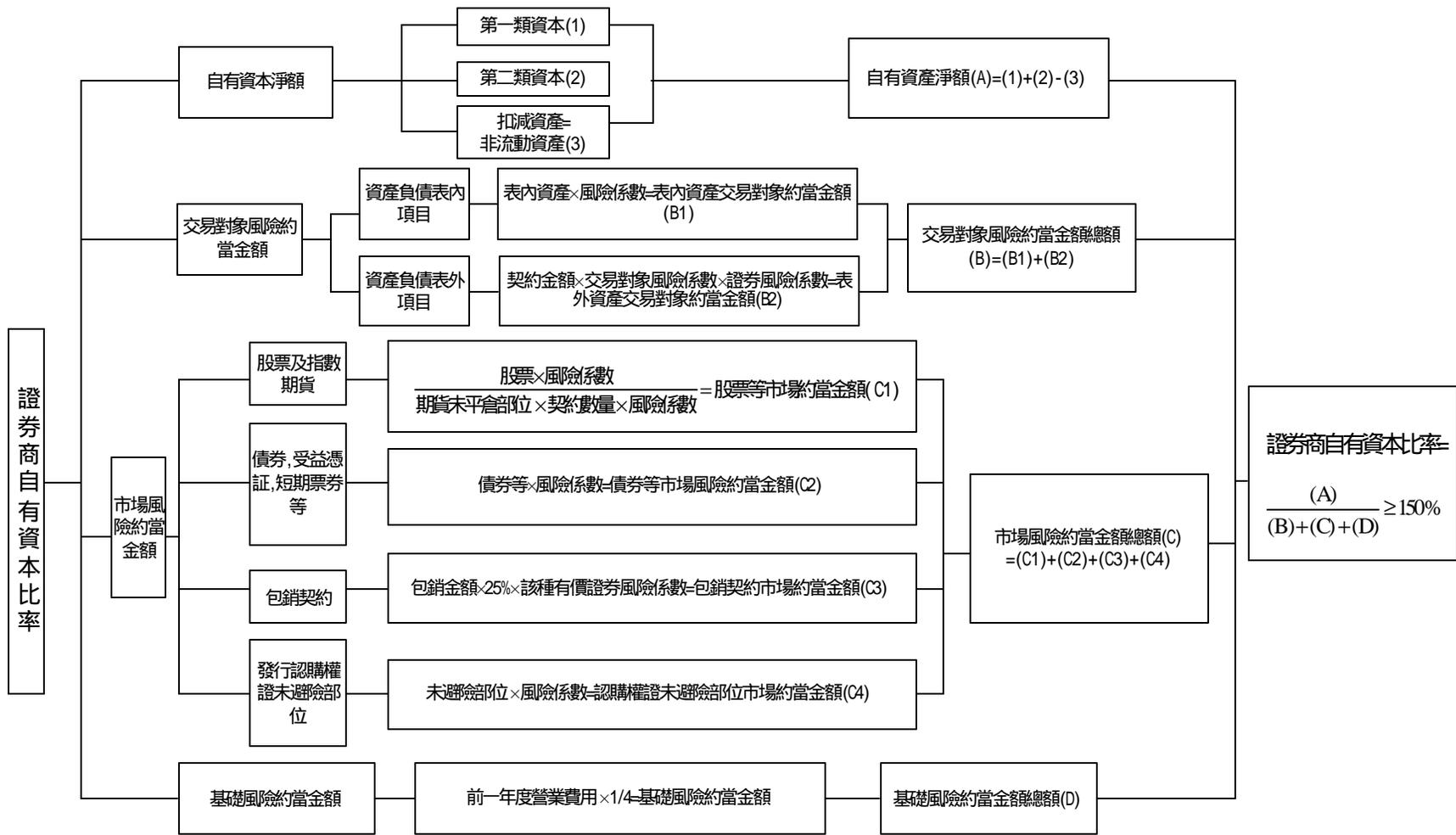


圖 2.4 我國證券商自有資本適足性計算程序及標準(2002年4月為止之版本)

時，所使用之風險權數均與日本相近。

2. 相異處

- a. 市場風險計算方法：日本對證券商計算其交易對象風險約當金額，如為表外項目包括附買回協議、通貨交換、遠期外匯、通貨期貨、利率交換、利率期貨等，則其計算方法可就

(a.1) 原始暴險法 (original ex-posure)

(a.2) 重置成本法 (current re-placement)

二種方法選一使用。國內則由當局就各表外交易項目分別訂定其應乘之風險權數。

- b. 自有資本比率標準：日本規定證券商自有資本比率標準為 120% ，而國內為 150% ，細節如次。

(b.1) 日本

i. 200% 以上，盈餘 60% 內可行分配。

ii. 120% ~200% ，盈餘 40% 內可分配。

iii. 120% 以下，不得分配盈餘，並提出改善計劃書。

(b.2) 國內

i. 150% 以下，120% 以上，應提出改善計劃，未分配盈餘依規提撥外，另提列 20% 為特別盈餘公積。

ii. 120% 以下，100% 以上，提出改善計劃，未分盈餘依規定提撥外，另提列 40% 為特別盈餘公積，同時本會亦得縮減其業務範圍。

iii. 100% 以下，除依規定應提撥之項目外，限制所有未分配盈餘分配，全數提列為特別盈餘公積。

相形之下，國內自有資本比率要求標準高於日本，處分亦較重。

2.5 我國證券商自有資本適足比率 規範未來修訂之可行方向

綜上述可知，國內證期會於 2000 年 3 月公佈之證券商自有資本比率，與日本金融監督廳於 1990 年 3 月公佈之證券商自有資本比率規定非常雷同。然而，為配合 IOSCO 及 BIS 新自有資本比率規定，日本已於 2001 年 3 月公佈證券商第二次自有資本比率。日本第二次自有資本比率規定與第一次自有資本規定除公式相同外，其他差異則甚大（詳參 2.3.4 所述）。

有鑑於近年來，國內金融改革快速進展，金融制度急劇變化，國內各金融集團於 2001 年起設立金融控股公司，金融機構特別透過銀行證券商或保險公司控股公司之方式，或透過新設或購併證券商為子公司等，經由異業合併，相互銷售商品，達成互補綜效。同時藉由擴大規模及研發新金融商品，因應客戶需求提升收益。面對此一金融環境之變化，單獨營運之證券商經營益形艱苦；而金融控股公司集團下之證券子公司因營運項目之多樣化，使得風險深化。因此，證期會 2000 年 3 月所公佈之「證券商資本適足制度計算方式及說明」，實有重新加以研討與修訂之必要，其理由如第 2.3.4 節中日本證券商第二次自有資本比率規定淵源、概要與特色所述，日本第二次自有資本比率之計算方式及規定可作為我國證券商自有資本適足制度改進之依據。

比較我國及日本券商第二次資本適足率規範，可以發現我國現行證券商自有資本適足率規範在市場風險計算上有相當之差異，日本之規範允許市場風險就「標準法」或「內部模型法」中擇一計算，且日本證券商資本適足率規範中對於「內部模型法」中 VaR 計算之「計量模型」及「參數估計」有明確規範。日本證券如擬採行內部模型法，則其所採行之模型需向主管機關（金融監督廳）申報核准，經核准後即可採行。此種做法值得我國未來在修改證券商自有資本適足率規範時作參考。

再者，日本證券商第二次自有資本適足率規範中對利率及外匯現貨與衍生性

金融商品之規範種類較多(如 FRA, currency forward 等), 關於商品風險約當金額亦包括了能源、貴重金屬、農產品之相關衍生性金融商品, 我國則由於證券商能操作之衍生性商品種類較少而未作規範, 最後, 由於日本證券商可操作之衍生性適品種類較多, 證券商自有資本適足比率之下限規定為 140%, 而我國證券商自有資本適足比率下限規定則為 150%。

上述關於我國證券商自有資本適足率規範與日本證券商第二次自有資本適足率規範之比較, 彙整於表 2.4, 此一整理結果可供我國未來開放證券營業範疇與修改證券自有資本適足率規範之參考。

表 2.4 我國證券商自有資本適足率與日本證券商第二次自有資本適足規律範之比較彙整表

日本證券商第二次自有資本適足率規範	我國現行證券商自有資本適足性規範
1.證券商自有資本適足率規範相關名詞 詳細定義之計算解釋（第一條）	1.無名詞定義
2.市場風險 「標準法」或「內部模型法」 擇一計算。	2.我國係採用標準法
3.市場風險約當金額如採內部模型法 時，其模型基準有明確規範。	3.由於尚未允許內部模型法之使用 因此未規範
4.內部模型法之採行，需向主管管理機關 （金融監督廳）申報核准。	4.（同上）
5.股票相關衍生性金融商品計算出有關 利率變動之風險約當金額，可採 (1)簡便法 或 (2)利率敏感度分析法 擇一計算。	5.我國係採用簡便法
6.利率及外匯衍生性商品種類多樣化。如 FRA、currency forward。	6.我國開放證券商操作之衍生性金 融商品較少
7.外匯風險約當金額係一通貨別淨部位 乘上風險係數得出。	7.未規範
8.利率商品之市場風險約當金額(採標準 法)可採 (1)Maturity 法，或 (2)Duration 法計算	8.未規定
9.商品風險約當金額（指包括石油、貴金 屬、農林水產、加工品等相關衍生性 金融商品，屬市場風險之一）依淨部 位乘上風險係數。	9.未規定
10.自有資本適足比率為 140%	10.自有資本適足比率為 150%

資料來源：本研究整理

第三章 國際上慣用之風險值(VaR)估計模式

3.1 VaR在自有資本適足比率規範中之定位

我國目前銀行法對於銀行之自有資本適足比率規範中，關於市場風險之資本計提，允許使用「標準法 (standard model)」或「自有模型法 (internal model)」來計算 (詳如圖 3.1)。此種設計方式符合 BIS 1996 年以後之自有資本適足性規範。而目前我國證券商自有資本適足性規範中，對於市場風險約當金額之計算方式，係採用「標準法」，其做法為針對各種不同金融資產的交易風險及信用風險給予不同的「風險係數」，最後將各種計算出來的風險約當金額予以加總，並作為證券商總風險性資產的風險約當金額，此種計算方法未考量到風險性資產間風險互抵的效果，亦無法確實反應證券商持有部位的風險。

1996 年 BIS 修訂巴塞爾協定，讓銀行可以自行發展「內部模型」估計其市場風險；美國 SEC 對於證券商之自有資本適足性規範中，關於市場風險約當金額之計算，亦已納入「內部模型法」；日本證券商第二次自有資本比率規定中，亦允許日本證券商採行「內部模型法」計算市場風險約當金額 (參見圖 2.2)。隨著我國金融市場日漸開放與國際化，市場也陸續推出新種的金融商品，我國證券商之自有資本適足性規範，宜參考美國及日本之標準，允許其中市場風險約當金額之計算，亦可採用內部模型法，運用 VaR 之觀念估算市場風險，計提自有資本準備。

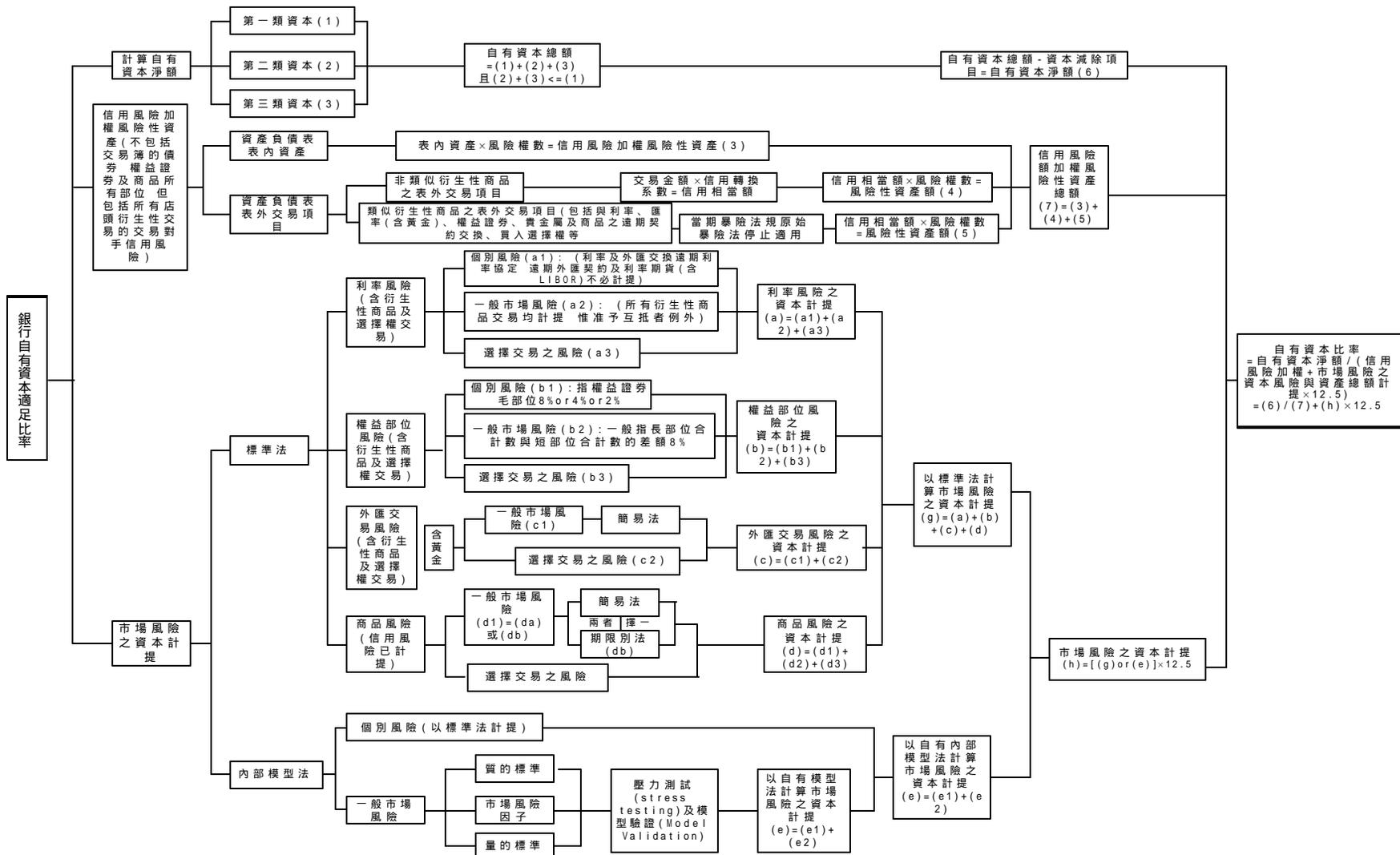


圖 3.1 銀行風險性資產計算方式與自有資本適足性計算程序及標準(2002年4月為止之版本)

3.1.1 我國證券商自有資本比率架構圖及內部模型法之定位

由第二章美國、日本、及我國證券商自有資本比率相關規範之比較，本研究嘗試依循國際標準，提出 VaR 內部模型法在現行證券商自有資本適足性規範中之定位，並彙整如圖 3.2。圖 3.2 說明國內證券商估算自有資本準備之架構，自有資本比率的計算中關於風險部分之考量，主要將證券商面臨的風險區分為「交易對象風險、市場風險及基礎風險」。關於「交易對象風險」及「基礎風險約當金額」的估算方式，依「標準法」計提；而「市場風險」的部分則可分為「標準法」及「內部模型法」，本章所介紹的 VaR 估計法即屬於內部模型法之範疇。

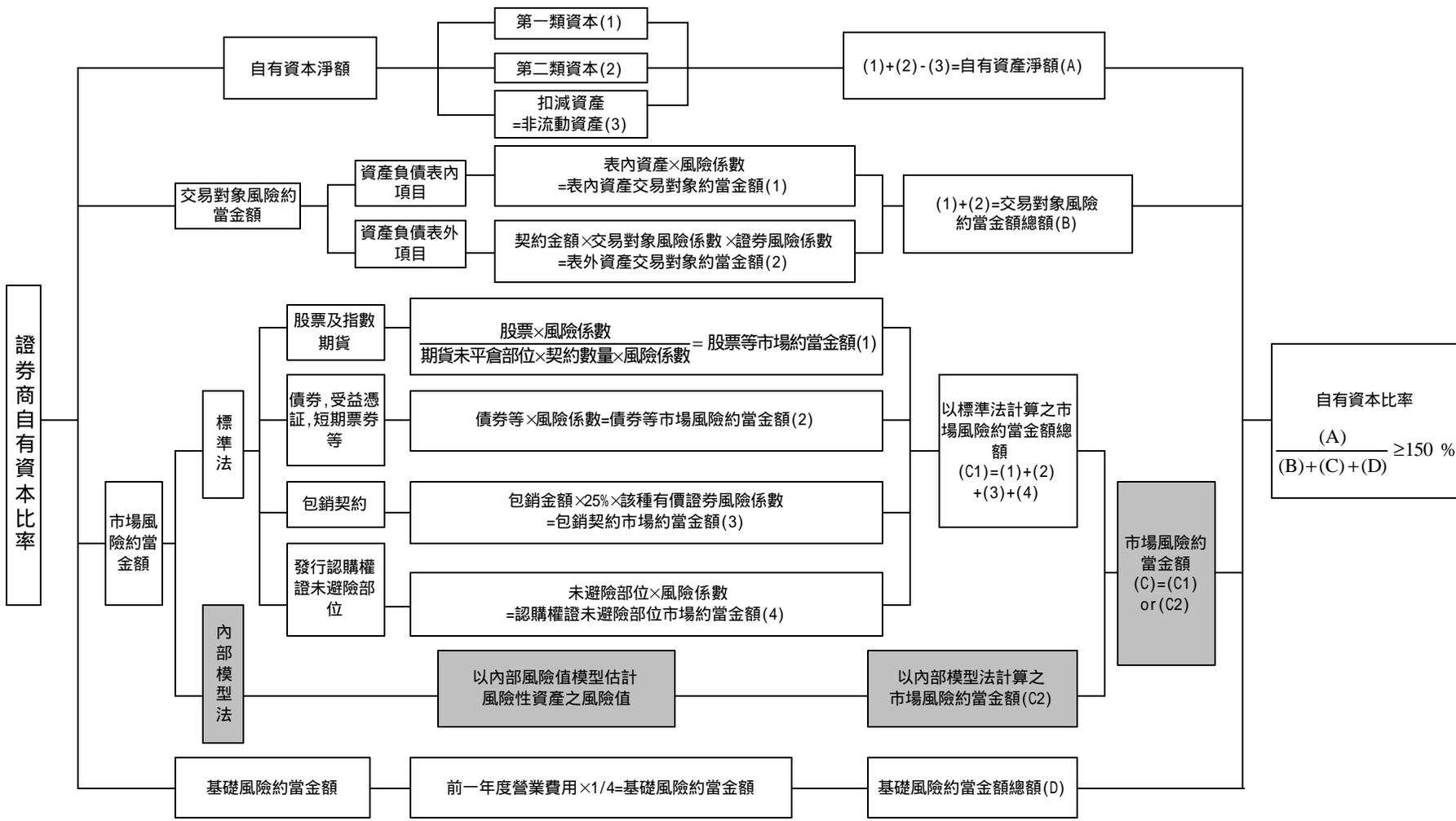


圖 3.2 我國證券商自有資本適足性納入內部模型法計算程序架構圖

3.1.2 VaR 估計模型分類

VaR 估算的關鍵，在於描述風險性資產投資組合在評估期間的損益分配圖，常見的 VaR 估算方法可分為四類：變異數-共變異數法(Variance-Covariance Approach)、歷史模擬法(Historical Simulation)、蒙地卡羅模擬法(Monte Carlo Simulation)與極端值理論法(Extreme Value Theory Method)。每個估算方法皆有其適用範圍及優缺點。惟有了解不同方法的環境假設條件，並相互配合使用，才能夠精確的估算投資組合的風險值。

在風險值估算之前，需先了解金融商品的損益特性，依此特性選擇適當之估計方法。風險性資產的損益型態可分為線性與非線性(linear and non-linear)，線性損益商品(如股票、股票投資組合及期貨等)的損益與標的資產的價格變動呈現直線關係，亦即標的資產的價格每變動一單位，商品之損益必將以某一固定比例而變動。若商品的損益與標的資產價格變動的比例，會隨標的資產價位不同而有異，即呈現非線性關係，此種風險性資產稱為非線性損益商品，例如選擇權和認購權證。而非線性損益商品的風險值估算較線性損益商品複雜。

幾種常見的風險值估算方法，將於後面章節作詳細之介紹。本研究擬分析之我國證券商 VaR 內部模型，以下列架構圖 3.3 分別臚列之：

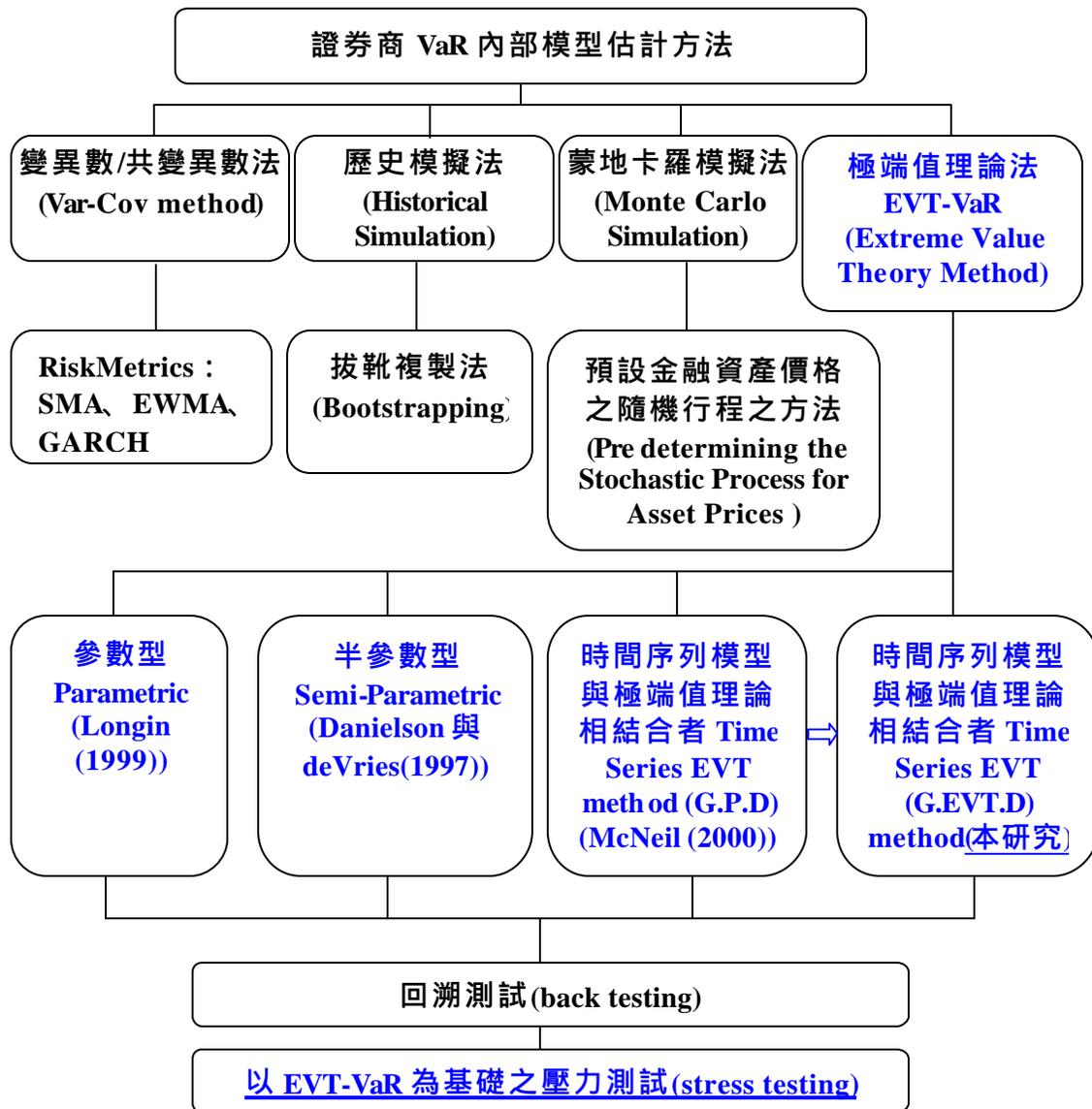


圖 3.3 證券商 VaR 內部模型估計方法

3.2 變異數—共變異數法

變異數-共變異數法的特色在於假設未來投資組合報酬率(或風險因子的變動)為常態分配，在常態分配的假設下，可迅速求得風險值的公式解，假設投資組合的價值為 V ，投資組合的風險(報酬的波動度)為 σ ，則當持有該投資組合的期間為 t 時，其風險值的計算如 3.1 式：

$$VaR = -F_a \times \sigma \times V \quad (3.1)$$

由 3.1 式可看出，以變異數-共變異數法衡量風險值的重點，即在於估算投資組合中個別資產或風險因子 (risk factor) 間的共變異性。

對不同的金融商品而言，資產價格與風險因子之間的變動關係可分為線性與非線性。線性關係指資產的價格與風險因子呈固定的比例變化，例如股票與期貨；所謂非線性關係指資產價格與風險因子之間的變動比例是不固定的，而會隨著時間不同、資產價格高低等因素而改變，例如選擇權和認購權證，其風險因子即包括標的股票價格、標的股票波動性、履約價格、距到期日期間及利率等。依資產價格與風險因子之間的變動關係，可將金融商品分類為線性商品與非線性商品，以下分別介紹線性商品與非線性商品投資組合變異數的計算方法。

3.2.1 線性商品

就線性商品而言，投資組合變異數的估計過程只需掌握線性風險，且計算時能將部位依風險型態加以合併，不但可減少計算之複雜度，且具有實際執行上的便利性。一般常用於估計線性商品風險的方法可分為：歷史波動性估計模型 (Historical Volatility 簡稱 HV) 及指數加權移動平均波動性估計模型 (Exponentially Weighted Moving Average 簡稱 EWMA)。對於線性金融商品如股票、期貨、SWAP 和債券，當估計出價格變動的風險後，再代入 3.1 式即可求得風險值。以下分別介紹此二種波動度之估計模型：

1. 歷史波動性估計模型(Historical Volatility 簡稱 HV)

此模型主要是用固定長度的歷史資料，計算投資組合的風險。此法主要的特點在於對每一筆歷史資料均給予相同的權數。計算公式如下：

$$\hat{s}_{t+1|t} = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=0}^{m-1} (r_{t-i,p} - \bar{r})^2} \quad (3.2)$$

$\hat{s}_{t+1|t}$ ：給定 t 期之前的所有資訊下，對 t+1 期所作的報酬率波動度預測值。

m：樣本期間。

$r_{t-i,p}$ ：第 t-i 期投資組合報酬率。

\bar{r} ：投資組合在樣本期間內的平均報酬率。

此方法的優點是簡單易懂，但缺點是對每一筆歷史資料均給予相同的權數。事實上，較新的資訊對未來的波動性變化應較具影響力，所賦予的權重應較大。此外，樣本期間的長度(m)也會影響波動性的估計結果。當樣本期間較長時，以歷史波動性計算出的波動性估計值會較平穩，此乃因樣本點的增加，使每筆資料的權重降低，因此降低市場上重要訊息的影響，自然平滑掉波動性估計值的變動程度。

2. 指數加權移動平均波動性估計模型 (Exponentially Weighted Moving

Average 簡稱 EWMA)

指數加權移動平均模型是一在多變量常態分配假設下的波動性估計模型。此法改良歷史波動性中採用固定權數的缺點。指數加權移動平均波動性給予近期的觀測值較高的權數，因此，指數加權移動平均波動性模型主要有以下兩項特徵：

- (1) 由於給予近期資料較高的權數，因此市場上的任何衝擊將會快速的反應在指數加權移動平均波動性的估計值上。
- (2) 在市場衝擊過後，當天觀測值的權數下降，因此該觀測值提供之資訊影響也會呈指數化下降，較符合市場真實的情形。

資產 j 之指數加權移動平均波動性的估計公式如下：

$$\hat{\mathbf{s}}_{j,t+1|t} = \sqrt{(1-I) \sum_{i=0}^{\infty} I^i (r_{j,t-i} - \bar{r}_j)^2} \quad (3.3)$$

$\hat{\mathbf{s}}_{j,t+1|t}$ ：在給定 t 期之前的所有資訊下，對 $t+1$ 期所作的報酬率波動性預測值。

I ：遞延因子， $0 \leq I \leq 1$ 。

$r_{t-i,p}$ ：第 $t-i$ 期證券 j 的報酬率。

\bar{r}_j ：證券 j 在樣本期間內的平均報酬率。

假設資產報酬資料可以無限取得，且假設資產報酬樣本平均數為 0 下，可以推導出一遞迴形式(recursive form)的指數加權移動平均波動性及共變異數估計公式。推導過程如下：

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{s}}_{t+1|t}^2 &= (1-I) \sum_{i=0}^{\infty} I^i r_{t-i}^2 = (1-I)(r_t^2 + I r_{t-1}^2 + I^2 r_{t-2}^2 + \dots) \\ &= (1-I)r_t^2 + (1-I)I(r_{t-1}^2 + I r_{t-2}^2 + \dots) \\ &= I \hat{\mathbf{s}}_{t|t-1}^2 + (1-I)r_t^2 \\ \hat{\mathbf{s}}_{ij,t+1|t} &= I \hat{\mathbf{s}}_{ij,t|t-1} + (1-I)r_{i,t-1} \cdot r_{j,t-1} \end{aligned}$$

上式表示指數加權移動平均波動性估計出的波動性估計值不具有定態(stationarity)的特質。在指數加權移動平均波動性中，遞迴因子 I (亦稱衰退因子) 是唯一需要估計的參數，此參數決定觀察值的相對權數及估計波動性時的有效資料個數。實證上，J.P. Morgan 曾利用超過 480 種商品的時間序列資料庫(Credit Metrics, 1997)，估計單一遞迴因子 I 。估計結果認為，計算日資料之報酬波動性時， $I = 0.94$ ，而計算月資料之報酬波動性時， $I = 0.97$ 。關於指數加權移動平均波動性估計模型之遞迴因子 λ 的選擇程序請見本章附錄一。

目前我國證券商自有資本適足性規範中，對於市場風險之計算未考量到風險性資產間風險互抵的效果，故無法確實反應證券商持有部位之風險。所謂內部風險值管理系統是以投資組合架構為評估基礎，整體考慮不同資產間價格變動之相關性，即風險分散效果，因此，內部風險值模式可更準確地估算風險暴露程度。

以下應用風險分散觀念，介紹投資組合風險值之估算方式。

假設投資組合由二項資產組合而成， w_1 與 w_2 為持有權重($w_1 + w_2 = 1$)， s_1 與 s_2 為報酬率標準差， r_{12} 為二項資產報酬率相關係數，則投資組合風險為

$$\begin{aligned} \mathbf{s}_p^2 &= \text{var}(w_1R_1 + w_2R_2) \\ &= (w_1^2\mathbf{s}_1^2 + w_2^2\mathbf{s}_2^2 + 2w_1w_2r_{12}\mathbf{s}_1\mathbf{s}_2) \end{aligned}$$

依據式 (3.1)，投資組合風險值為¹⁷

$$\begin{aligned} \text{VaR}_p &= -Z_a\mathbf{s}_pV = -Z_a(w_1^2\mathbf{s}_1^2 + w_2^2\mathbf{s}_2^2 + 2w_1w_2r_{12}\mathbf{s}_1\mathbf{s}_2)^{1/2}V \\ &= (\text{VaR}_1^2 + \text{VaR}_2^2 + 2r_{12}\text{VaR}_1\text{VaR}_2)^{1/2} \end{aligned} \quad (3.4)$$

其中 $\text{VaR}_1(= -Z_a\mathbf{s}_1(w_1V))$ 與 $\text{VaR}_2(= -Z_a\mathbf{s}_2(w_2V))$ 分別為資產 1 與資產 2 的個別風險值。式 (3.4) 中相關係數(r_{12})決定資產之間的風險分散效果，既然 $-1 < r_{12} < 1$ ，以下分別討論 r_{12} 為 1，0 與 -1 狀況的風險值分散效果：

當 $r_{12} = 1$ ， $\text{VaR}_p = \text{VaR}_1 + \text{VaR}_2$ ，表示投資組合風險值等於個別資產風險值之和，不存在分散效果。

當 $r_{12} = 0$ ， $\text{VaR}_p = [\text{VaR}_1^2 + \text{VaR}_2^2]^{1/2} < \text{VaR}_1 + \text{VaR}_2$ ，表示投資組合風險值小於個別資產風險值之和，此現象契合於報酬率變動無關狀況下的資產存在風險分散效果。

當 $r_{12} = -1$ ， $\text{VaR}_p = |\text{VaR}_1 - \text{VaR}_2|$ ，表示資產報酬率的反向變動關係，使得 VaR_1 與 VaR_2 相互抵銷，若二者有等額度風險值，則 VaR_p 為零。

由此可瞭解 VaR_p 隨 r_{12} 遞減，也就是，資產報酬率變動相關性愈低，對於投資組合風險值的分散效果愈佳，此性質與傳統的投資組合風險分散效果相同。

依此類推，若假設投資組合中包含 n 項資產， w_i 與 s_i ， $i=1,2,\dots,n$ 分別為第 i 項資產持有權重與標準差， r_{ij} ， $i, j = 1,2,\dots,n$ 為資產之間的報酬率變動相關係數，則投資組合風險為：

¹⁷ 為了方便起見，後續風險值皆以風險值(相對)來表示。

$$\begin{aligned} \mathbf{s}_p^2 &= [w_1, \dots, w_n] \begin{bmatrix} \mathbf{s}_1^2 & \cdots & \mathbf{s}_{ln} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{s}_{n1} & \cdots & \mathbf{s}_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \\ &= \mathbf{w}\Omega\mathbf{w}^T \end{aligned} \quad (3.5)$$

其中 \mathbf{w} 為資產持有權重向量， Ω 為變異-共變異數矩陣。則投資組合風險值為

$$\begin{aligned} VaR_p &= -Z_a \mathbf{s}_p V \\ &= -Z_a (\mathbf{w}\Omega\mathbf{w}^T)^{1/2} V \end{aligned} \quad (3.6)$$

3.2.2 非線性商品

由於風險的線性估計法不足以完整描述各類金融商品的風險特性，例如選擇權與認購權證其價值變動與風險因子之間的關係即呈非線性，對於這類型商品的風險值須以其他方法估算較合理，常用的方法是利用泰勒展開式趨近來求算，可分為 Delta-Normal 與 Delta-Gamma 趨近法。

1. Delta-Normal 趨近法

Delta-Normal 趨近法假設各市場風險因子之價格變動為聯合常態分配，並利用商品價格變異的一階泰勒展開式來趨近真實的價格變異，然而在應用上應要求風險值的評估期間不宜過長（例如：日資料或日內資料），因為較長的評估期間發生較大幅度價格變化的機會大增，而使得 Delta-Normal 的精準度降低。以下以選擇權為例說明 Delta-Normal 趨近法估計風險值的方法。

假設選擇權價格為 C ，標的資產價格為 S ，依泰勒展開式可求得選擇權價格變動的一階趨近方程式如下：

$$\begin{aligned} \Delta C &\approx \frac{\partial C}{\partial S} \Delta S \\ &= d \Delta S \end{aligned} \quad (3.7)$$

其中 $\Delta C = C - C_0$ ， $\Delta S = S - S_0$ ， C_0 與 S_0 分別為選擇權與標的資產當時市價， $d = \frac{\partial C}{\partial S}$ 為選擇權價格對標的資產的敏感度，代入式 3.4 可寫為：

$$C - C_0 \approx d(S - S_0) \\ \Rightarrow C \approx (C_0 - dS_0) + dS$$

式中 $C_0 - dS_0$ 為常數，因此選擇權風險值 (VaR^C) 的估算方式可為

$$VaR^C \approx dVaR^S \\ = -dZ_a s S$$

$VaR^S (-Z_a s S)$ 為單位標的股票的風險值，因此選擇權的風險值可以標的資產風險值乘以 Delta 值求得。

2. Delta-Gamma 趨近法

Delta-Normal 以線性關係來衡量非線性商品的風險，因此風險值的評估期間不宜過長，否則估計誤差會顯著擴大¹⁸。相較於 Delta-Normal 趨近法，Delta-Gamma 趨近法乃透過一階與二階泰勒展開式來描述非線性商品的 Delta 及 Gamma 風險，Delta 指標的價格變動時，金融商品相對的變動比率，而 Gamma 則是標的價格變動時，金融商品 Delta 相對的變動比率，以下以選擇權為例說明 Delta-Gamma 趨近法估計風險值的方法。

選擇權價格變動的二階泰勒展開式如下：

$$\Delta C \approx \frac{\partial C}{\partial S} \Delta S + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} (\Delta S)^2 \\ = d\Delta S + \frac{1}{2} \Gamma (\Delta S)^2 \quad (3.8)$$

其中 $\Gamma = \frac{\partial^2 C}{\partial S^2}$ 稱為 Gamma，描述 d 對於 S 的敏感度¹⁹。當選擇權處於價平狀況 (at the money) 而且愈接近到期日之狀況，則 Gamma 值愈顯著異於零。

為了利用 Delta-Normal 趨近法的方便性來估算風險值，另假設隨機變數 ΔU 反應選擇權價格變動之二階風險來源 $(\Delta S)^2$ ，而且 ΔU 與 S 相互獨立。則 3.5 式可

¹⁸ 因為評估期間太長，使得標的股票價格發生大幅度變化機會增加，則泰勒展開式的二階項目 $((\Delta S)^2)$ 無法忽略

¹⁹ $\Gamma = \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} = \frac{\partial(\partial C / \partial S)}{\partial S} = \frac{\partial d}{\partial S}$

改寫為
$$\Delta C \approx d\Delta S + \frac{1}{2}\Gamma\Delta U$$

故

$$\begin{aligned} C - C_0 &\approx d(S - S_0) + \frac{1}{2}\Gamma(U - U_0) \\ \Rightarrow C &\approx (C_0 - dS_0 - \frac{1}{2}\Gamma U_0) + dS + \frac{1}{2}\Gamma U \end{aligned}$$

所以選擇權價格可表示為風險因子 (S, U) 的線性函數關係, 其中 $(C_0 - dS_0 - \frac{1}{2}\Gamma U_0)$ 為常數。因此可利用 Delta-Normal 趨近法來估算風險值。依據上式, 選擇權價格風險為²⁰

$$\begin{aligned} s_c &= \sqrt{d^2 s_s^2 + (\frac{1}{2}\Gamma)^2 s_u^2} \\ &= \sqrt{d^2 s_s^2 + \frac{1}{2}\Gamma^2 s_s^4} \end{aligned}$$

選擇權風險值為

$$\begin{aligned} VaR^c &= -Z_a S s_c \\ &= -Z_a S \sqrt{d^2 s_s^2 + \frac{1}{2}\Gamma^2 s_s^4} \end{aligned}$$

在評估期間短(日資料或日內資料)的情形下, Delta-Normal 趨近法以線性觀念描述非線性商品的風險值, 可以簡化估算程序, 而 Delta-Gamma 趨近法則是同時將投資組合的 Delta 風險及 Gamma 風險納入計算, 能更精確地捕捉非線性商品的風險值, 在使用上, Delta-Normal 趨近法與 Delta-Gamma 趨近法均是估計非線性商品風險值常見的方法。

3. 權證投資組合之風險值

(1) 未避險權證投資組合

假設一權證投資組合包含 n 檔權證, 若其標的資產間並不相關, 則權證投資組合的價格變動為:

²⁰ ΔU 的變異數等於 $2s_s^4$ 。

$$dc = \sum_{i=1}^n \mathbf{d}_i dS_i + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \Gamma_i (dS_i)^2 \quad (3.9)$$

其中， S_i 是第 i 種股票價格， δ_i 和 Γ_i 是第 i 種股票的 Delta 和 Gamma。若標的資產互有相關，則該權證組合之價格變動以下式表示：

$$dc = \sum_{i=1}^n \Delta_i dS_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{1}{2} \Gamma_{ij} dS_i dS_j \quad (3.10)$$

其中， Γ_{ij} 稱作「Cross Gamma」， $\Gamma_{ij} = \frac{\partial^2 c}{\partial S_i \partial S_j}$ 。

(3.10)式在運算上並不容易，但可以利用 dc 的三個動差和 Cornish-fisher 展開式來配適偏移過後的分配。假設(3.9)式中 dS 之平均數 u 為 0， dc 的前三個動差可以表示如下：

$$\begin{aligned} E(dc) &= \frac{1}{2} \Gamma S^2 \mathbf{s}^2 \\ E[(dc)^2] &= \mathbf{d}^2 S^2 \mathbf{s}^2 + \frac{3}{4} \Gamma^2 S^4 \mathbf{s}^4 \\ E[(dc)^3] &= \frac{9}{2} S^4 \mathbf{d}^2 \Gamma \mathbf{s}^4 + \frac{15}{8} \Gamma^3 S^6 \mathbf{s}^6 \end{aligned}$$

令 $dx = \frac{dS}{S}$ ，(3.10)式可重寫為：

$$\begin{aligned} dc &= \sum_{i=1}^n \mathbf{d}_i S_i dx_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{1}{2} S_i S_j \Gamma_{ij} dx_i dx_j \\ &= \sum_{i=1}^n \mathbf{a}_i dx_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \mathbf{b}_{ij} dx_i dx_j \end{aligned} \quad (3.11)$$

其中， $\mathbf{a}_i = S_i \mathbf{d}_i$ ， $\mathbf{b}_{ij} = \frac{1}{2} S_i S_j \Gamma_{ij}$ 。

令 s_{ij} 為 i 資產和 j 資產的共變異數：

$$\mathbf{s}_{ij} = \mathbf{r}_{ij} \mathbf{s}_i \mathbf{s}_j \quad (3.12)$$

當 dx_i 是多元常態分配時：

$$\begin{aligned}
E(dc) &= \sum_{i,j} \mathbf{b}_{ij} \mathbf{s}_{ij} \\
E[(dc)^2] &= \sum_{i,j} \mathbf{a}_i \mathbf{a}_j \mathbf{s}_{ij} + \sum_{i,j,k,l} \mathbf{b}_{ij} \mathbf{b}_{kl} (\mathbf{s}_{ij} \mathbf{s}_{kl} + \mathbf{s}_{ik} \mathbf{s}_{jl} + \mathbf{s}_{jl} \mathbf{s}_{jk}) \\
E[(dc)^3] &= 3 \sum_{i,j,k,l} \mathbf{a}_i \mathbf{a}_j \mathbf{b}_{kl} (\mathbf{s}_{ij} \mathbf{s}_{kl} + \mathbf{s}_{jk} \mathbf{s}_{jl} + \mathbf{s}_{il} \mathbf{s}_{jk}) + \sum_{i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6} \mathbf{b}_{i_1 i_2} \mathbf{b}_{i_3 i_4} \mathbf{b}_{i_5 i_6} Q
\end{aligned}$$

其中, Q 包含了 15 項因子, 由 $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6$ 交互排列組成, 如 $\mathbf{s}_{k_1 k_2} \mathbf{s}_{k_3 k_4} \mathbf{s}_{k_5 k_6}$ 。

假設 μ_c 和 s_c 為 dc 的平均數和標準差：

$$\begin{aligned}
\mu_c &= E(dc) \\
s_c &= E[(dc)^2] - [E(dc)]^2
\end{aligned}$$

則 dc 機率分配的調整項, \mathbf{e}_c , 表示如下：

$$\mathbf{e}_c = \frac{1}{\mathbf{s}_p^3} E[(dc - \mathbf{m}_p)^3] = \frac{E((dc)^3) - 3E[(dc)^2] \mathbf{m}_p + 2\mathbf{m}_p^3}{\mathbf{s}_p^3} \quad (3.13)$$

利用 dc 的三項動差, Cornish-Fisher 展開式可以估計 dc 分配的第 q 個百分位值：

$$\mu_q = ?_q s_p \quad (3.14)$$

其中

$$?_q = Z_q + (1/6)(Z_q^2 - 1) ?_c$$

Z_q 是標準常態分配的第 q 個百分位值。

(2) Delta 避險與 Gamma 避險後權證投資組合之風險值

Delta 避險, 是指券商發行權證的同時, 亦根據 Delta 比率買進標的股票來進行避險, 使得權證價格之變動被標的股票價格之變動所抵銷, 而投資組合價值不受標的股票價格變動之影響。Delta 避險只是針對權證價格變動之線性部份來作避險, 在價平的時候也許適當, 但當標的股票價格劇烈變化時, 則可能產生低估權證價格變動的情況。

為了達到完全避險, 除了使用 Delta 比率, 尚應根據 Gamma 比率買進另外一種權證來避險, 使得投資組合之 Gamma 為零, 權證價格之變動被標的股票價

格變動及另一權證價格變動所抵銷，而投資組合價值不受影響。

本研究不擬討論最適避險比率如何計算，而是針對券商已經發生的避險行為來計算涉險值。假設一投資組合之價值：

$$\mathbf{p} = -n_1c_1 + n_2S + n_3c_2 \quad (3.15)$$

式(3.15)表示，發行 n_1 股的 c_1 權證，買進 n_2 股的股票，並買進 n_3 股的 c_2 權證做避險，則該投資組合價值之變動為：

$$\begin{aligned} d\mathbf{p} &= -n_1dc_1 + n_2dS + n_3dc_2 \\ &= (-n_1\mathbf{d}_1 + n_2 + n_3\mathbf{d}_2)dS + (1/2)(-n_1\Gamma_1 + n_3\Gamma_2)dS^2 \end{aligned} \quad (3.16)$$

對(3.16)式兩邊取變異數：

$$V(d\mathbf{p}) = (-n_1\mathbf{d}_1 + n_2 + n_3\mathbf{d}_2)^2 \cdot V(dS) + [(1/2)(-n_1\Gamma_1 + n_3\Gamma_2)]^2 V(dS^2) \quad (3.17)$$

由於假設 dS/S 為常態分配， $V(dS^2) = 2V(dS)^2$ ，所以，變異數可改寫為：

$$\begin{aligned} V(d\mathbf{p}) &= (-n_1\mathbf{d}_1 + n_2 + n_3\mathbf{d}_2)^2 \cdot V(dS) + (1/2)[(-n_1\Gamma_1 + n_3\Gamma_2)V(dS)]^2 \\ &= (-n_1\mathbf{d}_1 + n_2 + n_3\mathbf{d}_2)^2 \cdot S^2 \cdot \mathbf{s}^2 + (1/2)[(-n_1\Gamma_1 + n_3\Gamma_2) \cdot S^2 \cdot \mathbf{s}^2]^2 \end{aligned} \quad (3.18)$$

而涉險值為：

$$\begin{aligned} VaR(d\mathbf{p}) &= Z_a \sqrt{V(d\mathbf{p})} \\ &= Z_a \sqrt{(-n_1\mathbf{d}_1 + n_2 + n_3\mathbf{d}_2)^2 \cdot S^2 \cdot \mathbf{s}^2 + (1/2)[(-n_1\Gamma_1 + n_3\Gamma_2) \cdot S^2 \cdot \mathbf{s}^2]^2} \end{aligned} \quad (3.19)$$

3.3 歷史模擬法

歷史模擬法(Historical Simulation approach)顧名思義就是選取過去一段歷史期間的資產報酬資料，估算目前投資組合的損益分配(historical distribution)，再依據不同的信賴機率水準來估算風險值。

利用歷史模擬法來推估投資組合未來的損益分配時，其特點是不須對報酬資料之分配做任何的假設，只要將所觀測到的值由小到大排序，並計算其發生的機率，繪成直方圖，便可以模擬出投資組合未來的損益分配，則風險值就可根據此損益分配估算出來。但由於歷史資料中發生極端損益的頻率遠低於正常損益的頻率，故需要大量的歷史資料，才能較精確地描繪極端狀態下的風險值。又因為此法幾乎是以過去的價格資料為主要的輸入資料，因此對於歷史資料的品質與代表性就顯得格外重要。

3.3.1 歷史模擬法之理論架構

由於歷史模擬法不作任何統計分配的假設，而是以同一資產的歷史損益分配來模擬其未來的報酬分配型態。若欲計算投資組合持有一天的風險值，其操作流程如下：

步驟 1：首先模擬個別資產的損益分配。

令 $S_i(t)$ ($i=1\dots M$)為第 i 項資產在時間點 t 的價格，如果投資者身處於時間 $t(0)$ ，則選取過去 $N+1$ 天的價格為歷史資料，如圖 3.3 所示：

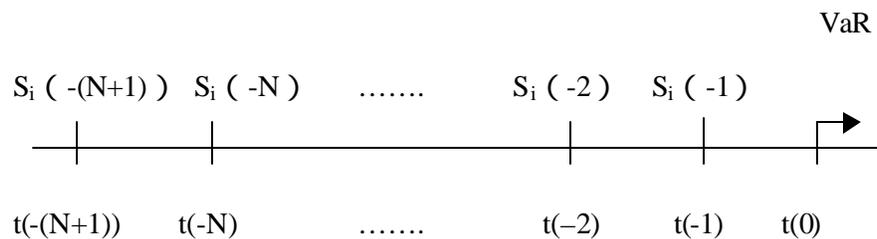
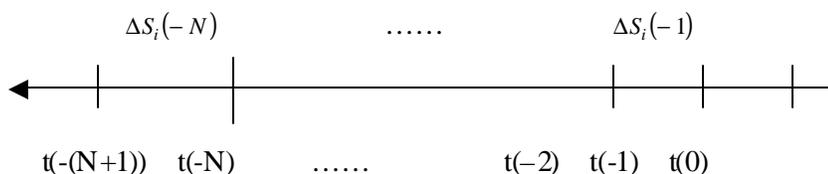


圖 3.4 歷史模擬法資料時點

步驟 2：將相鄰兩天的價格相減，則該資產過去(N+1)天的每日損益變動量

$\Delta S_i(t)$ 可表示為：



其中 $\Delta S_i(t)$ 為第 i 項資產在時間 t 之損益變動量。此損益數列是過去 $N+1$ 天中所發生的，歷史模擬法則利用過去 $(N+1)$ 天發生的損益變動量來表示未來一天可能發生的情況。將目前的資產價格 $S_i(0)$ 分別加上歷史損益變動量 $\Delta S_i(-1)$ 至 $\Delta S_i(-N)$ ，即可描繪出該資產未來一天之 N 種可能損益狀況如下：

$$\begin{aligned} S_{i1}(1) &= S_i(0) + \Delta S_i(-1) \\ S_{i2}(1) &= S_i(0) + \Delta S_i(-2) \\ &\vdots \\ S_{iN}(1) &= S_i(0) + \Delta S_i(-N) \end{aligned}$$

其中 $S_{iN}(t)$ 表示第 i 資產在未來 t 天可能發生的 N 種狀況， $i=1, 2, \dots, M$ 。

步驟 3：計算出個別資產的歷史模擬損益。

假設投資組合中有 M 個資產，將同一日中 M 個資產的歷史資料按投資組合中的權重予以加總，即可得出此投資組合過去的損益分配。由以下表 3.1 來描述各項資產未來一天不同狀況下的損益矩陣。其中 $W_1 \dots W_M$ 為投資權重。

表 3.1 資產損益模擬矩陣

時間 \ 權重		W ₁	W ₂	...	W _M	投資組合價值
T=0		S ₁ (0)	S ₂ (0)	...	S _M (0)	PV(0)
T=1	狀況 1	S ₁₁ (1)	S ₂₁ (1)	...	S _{M1} (1)	PV(1)
	狀況 2	S ₁₂ (1)	S ₂₂ (1)	...	S _{M2} (1)	PV(2)
	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
	狀況 N	S _{1N} (1)	S _{2N} (1)	...	S _{MN} (1)	PV(N)

若要計算在時間 t 、第 N 種狀況下的投資組合價值，即是將此狀況下的各資產損益分別乘以其權重後再加總。

$$\text{時間 } 0: PV(0) = W_1 \times S_1(0) + W_2 \times S_2(0) + \dots + W_M \times S_M(0)$$

$$\text{時間 } 1 (\text{以狀況 } N \text{ 為例}): PV(N) = W_1 \times S_{1N}(1) + W_2 \times S_{2N}(1) + \dots + W_M \times S_{MN}(1)$$

步驟 4：計算不同狀況下投資組合的損益變動量。

將各種可能狀況下的投資組合價值 $PV(i)$ 減去當時投資組合價值 $PV(0)$ ，即得投資組合損益金額變動量。

$$\Delta PV(1) = PV(1) - PV(0)$$

$$\Delta PV(2) = PV(2) - PV(0)$$

⋮

$$\Delta PV(N) = PV(N) - PV(0)$$

其中 $\Delta PV(i)$ 為 N 種狀況下的損益金額變動量， $i=1, 2, \dots, N$ 。

步驟 5：描繪損益分配圖。

將 $\Delta PV(i)$ ， $i=1, 2, \dots, N$ ，由小至大排序來描繪出投資組合持有一天之損益分配圖，再依據給定的信賴機率水準估算風險值。

由以上的操作流程中，可知歷史模擬法主要是在複製資產過去之損益分配來估算持有某一資產之風險值。但在使用歷史模擬法的過程中，對於選擇歷史資料的長度與品質，並沒有一個客觀的標準來衡量，以致影響了模擬的精確度。因此 Efron(1979) 提出另一種歷史模擬法：拔靴複製法 (Bootstrap)。此法在歷史資料不足時，可提高風險值的精確度。本研究將在 3.3.2 節中介紹拔靴複製法。

3.3.2 拔靴複製法

歷史模擬法不須假設任何統計分配，也就是可避免有母數方法在估計上的誤差。同樣地，拔靴複製法(Bootstrap)在操作過程中，也不須要知道母體的分配為何。拔靴複製法是利用無母數隨機抽樣的技巧，以一段歷史資料為樣本，從中不斷重覆抽取樣本，來建立一個統計分配。也就是利用重覆抽樣的方法來估計資產投資組合在未來的分配，用以估算風險值。透過重覆隨機抽取的過程即可克服資料不足的問題。至於其各步驟流程可參照歷史模擬法的計算步驟，以下簡略說明

之：

步驟 1：取得投資組合中個別資產的歷史報酬率。

步驟 2：將個別歷史報酬率乘上部位權重，產生一投資組合的歷史報酬樣本。

步驟 3：從樣本中重複抽取 N 次，以建立投資組合模擬報酬率的分配。

步驟 4：根據某一信賴機率水準來估計風險值即可。

拔靴複製法雖然增加了歷史資料的規模，但對於歷史資料期間從未發生的事件或市場結構的改變，拔靴複製法依然無法反映在風險值的估算上。且在操作過程中，需要處理大量的歷史資料，若持有的資產投資組合種類繁多時，將會降低風險值在估計上的正確性。

3.4 蒙地卡羅模擬法

結構化蒙地卡羅模擬法 (structure Monte Carlo simulation) 在風險值估計上的運用，是利用電腦模擬出未來某一時間點資產投資組合之價格分配，再轉換為未來某一時點持有該投資組合之損益分配 (profit/loss distribution)，依據此損益分配圖的百分位數，可求得持有資產投資組合之風險值。使用結構化蒙地卡羅模擬法估計投資組合風險值，主要包含三個步驟：

1. 選擇適合描述資產價格路徑的隨機過程。
2. 依隨機過程模擬虛擬的資產價格路徑。
3. 綜合模擬結果，建構資產報酬損益分配，並依此估算投資組合的風險值。

以下依序介紹蒙地卡羅模擬法。

3.4.1 產生隨機亂數

蒙地卡羅模擬法的第一步是抽取隨機樣本，其目的在產生隨機模擬之輸入值，並將此輸入值帶入資產行徑中模擬損益分配。當隨機抽取之樣本數量夠多時，此模擬之損益分配應會趨近資產真實的損益分配。

「隨機抽樣」可分為以下二步驟完成：

步驟一：由亂數產生器產生服從 uniform[0,1]分配的隨機變數。

步驟二：將步驟一得到的亂數序列轉換為具有特定分配性質的亂數，一般蒙地卡羅模擬法假設此亂數為常態分配，轉換的方式如下所示：

$$\begin{aligned} R &= N(\mathbf{e}) \\ \mathbf{e} &= N^{-1}(R) \end{aligned} \tag{3.20}$$

其中 random 為步驟一中所產生的隨機亂數序列， $N(\cdot)$ 為常態分配的累積分配函數(CDF)， R 是轉換後的亂數。

3.4.2 單一資產模擬

蒙地卡羅模擬法的過程首先以一符合實際的價格變動行徑來代表資產價格變化的走勢，再代入所抽出的隨機亂數序列，重複計算各種隨機出現的資產價格，最後依這些模擬而得的資產價格排列出資產的損益分配圖。

執行蒙地卡羅模擬法之關鍵步驟之一，在於了解資產價格變動行徑與損益分配特性，並選擇適合模式以描述資產價格行徑。以下介紹單一資產的蒙地卡羅模擬法。

財務學中單一資產價格 S_t 的隨機行程常被設定為幾何布朗運動 (Geometric Brownian Motion , 以下簡稱 GBM) , 請參見式(3.21) , 幾何布朗運動之特性為：資產價格行徑中不確定且無法預測的變動部分與過去的市場相關訊息無關，亦即該變動量與過去的變動量無關且無法預測其下一期之值為何，幾何布朗運動可寫為：

$$\begin{aligned} dS_t &= \mathbf{n}S_t dt + \mathbf{s}S_t dw_t \\ \Rightarrow \frac{dS_t}{S_t} &= \mathbf{m}dt + \mathbf{s}dw_t \end{aligned} \quad (3.21)$$

其中 $\mathbf{m}dt$ 代表報酬率在短時間內的固定變化趨勢，而 \mathbf{m} 為單位時間的變化率。 $\mathbf{s}dw$ 描述報酬率變化的干擾項(不確定性變化來源)，而布朗運動中之 dw 描述不確定性報酬的來源。

在一般實際應用上，可將上述結構以離散型時間結構表示如下：

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= S_t \mathbf{n}\Delta t + \mathbf{s}S_t \mathbf{e}_t \Delta t \\ \Rightarrow \frac{\Delta S_t}{S_t} &= \mathbf{m}\Delta t + \mathbf{s}\mathbf{e}_t \Delta t \end{aligned} \quad (3.22)$$

為了模擬特定時間長度之資產損益分配，達成推估風險值之目的，故須明瞭在特定期間(0,T)內資產價格的變化過程，若將(0,T)平均切割為 N 段，即 $N\Delta t = T$ ，可導出下式：

$$\begin{aligned} S_{t+1} &= S_t + \Delta S_{t+1} \\ &= S_t + S_t (\mathbf{m}\Delta t + \mathbf{s}\mathbf{e}_{t+1} \sqrt{\Delta t}) \end{aligned} \quad (3.23)$$

重複此程序 N 次，直至 $S_N = S_T$ ，由此可模擬整段時間中，每一時點之價格。

依上述方法可模擬得到某一種情境下資產價格變動行徑，依相同的觀念重複此程序，描繪不同情境下之 S_T ，並描繪資產損益分配圖，進而推估風險值。其詳細步驟如下：

1. 選取描述資產價格變動行徑的模式
2. 抽取包含 N 個值的亂數序列，代入資產價格行徑中，計算可能的價格，即 $S_0, S_1, S_2, \dots, S_N$ ，而 $S_N = S_T$ 。
3. 重複步驟 2，共 K 次，可得到 K 種可能的價格， $S_T^1, S_T^2, S_T^3, \dots, S_T^K$ ，由此可描繪出損益分配圖。
4. 給定信賴機率水準 $1 - \alpha\%$ ，依據損益分配圖的 $\alpha\%$ 分位數推估風險值。
利用蒙地卡羅法模擬的過程中，不同的情境模擬次數愈多，則風險值估算結果收斂至正確值的精確度愈高，但耗費的計算時間成本也愈高。

3.4.3 投資組合模擬

投資組合中的資產項目通常不限於單一資產，影響投資組合價值變動的來源也不限於單一風險因子，因此在計算投資組合風險值時，須考慮不同資產價格或不同風險因子之間變動關係，才能夠描繪出投資組合的損益分配，進而估算出風險值。

常見的方法是利用 Cholesky 分解法(Cholesky decomposition)，將描述投資組合價值風險來源的變異數-共變異數矩陣(variance-covariance matrix)分解，再由分解後的矩陣，轉換還原模擬所得的相互獨立序列間的相關性，有關 Cholesky 分解法的詳細敘述請見本章附錄二。

以蒙地卡羅模擬法估算投資組合風險值之步驟如下：

1. 擇取描述各項資產價格(或風險因子)變動行徑的模式。
2. 依據 N 種資產的歷史報酬率，估算投資組合中 N 種資產報酬的相關係數矩陣 R 。

3.將相關係數矩陣 R 作 Cholesky 分解，即 $R=TT'$ 。

4.利用電腦亂數產生器產生隨機無關的標準常態亂數

$$\mathbf{e}^* = \{\mathbf{e}_{it}^*\}_{i=1}^N = [\mathbf{e}_{1t}^*, \mathbf{e}_{2t}^*, \dots, \mathbf{e}_{Nt}^*]$$

5.計算能夠反映原 N 種資產報酬率相關結構的標準常態亂數 \mathbf{e} ，

$$\mathbf{e} = T\mathbf{e}^* = [\mathbf{e}_{1t}, \mathbf{e}_{2t}, \dots, \mathbf{e}_{Nt}]'$$

6.將 $\mathbf{e} = [\mathbf{e}_{1t}, \mathbf{e}_{2t}, \dots, \mathbf{e}_{Nt}]'$ 代入個別資產在此期間的價格變化行徑，並依據各資產持有權重，設算投資組合在時間 T 的損益值。

7.重複 2~6，可得到不同情境下的投資組合損益值，據此描繪損益分配圖。

8.給定信賴機率水準 $1-\alpha\%$ ，依據損益分配圖的 $\alpha\%$ 分位數推估風險值。

利用結構化蒙地卡羅模擬法估計風險值之優點為簡單清晰，且可以在各種不同情境下進行，俾便於掌握不同市場狀況下投資組合之風險暴露。但在使用結構化蒙地卡羅模擬法時，仍須注意不同資產類別價格隨機行程模式之設定，並須謹慎估計隨機行程模型中之參數。

3.5 極端值理論 (Extreme Value Theory)

極端值理論是從統計學的觀點出發，與其他 VaR 值之估計方法所不同的地方，在於此法能假設標的資產過去的歷史資料呈現某種分配情形；由決策者決定其信賴機率水準，並進而求得最大損失金額。而在過去章節所談的方法，以變異數—共變異數法為例，是計算歷史資料的變異數（波動度）來估算出 VaR 值；而蒙地卡羅模擬法則事先假設過去歷史資料呈現一種分配，並根據此種分配的特性不斷重複模擬未來的價格。圖 3.5 將說明利用極端值理論估計 VaR 值的概念：

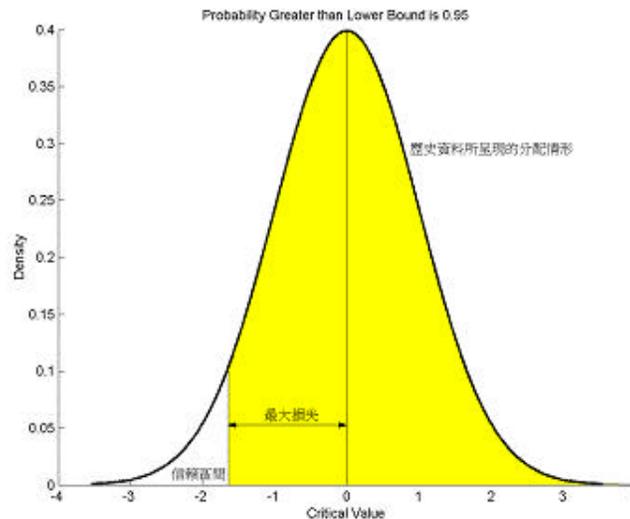


圖 3.5 極端值理論估計 VaR 的概念

3.5.1 應用極端值理論估計 VaR 值之方法

將一個具有風險性資產的歷史報酬分成 n 個固定期間，對每一期的極大或極小值進行分析，並將每一期間的極大與極小值視為一個獨立的隨機變數。根據極端值理論，這些隨機變數所呈現的分配可分為以下三種：

- 一、型一 (type I) 極端值分配 (Gumbel 分配)。
- 二、型二 (type II) 極端值分配 (Fréchet 分配)。
- 三、型三 (type III) 極端值分配 (Weibull 分配)。

當極端值出現的機率遞減相當快時 (例如以指數的形式遞減)，可將其歸類

為 Gumbel 分配。當遞減速度較緩慢（例如以乘數方式遞減），並且資產報酬有上下界時，可將其歸類為 Weibull 分配。若資產報酬沒有上下界時，則可歸類為 Fréchet 分配。以下為這三種機率分配的累積機率分配函數（CDF, Cumulative Distribution Function）：

型一（type I）極端值分配（Gumbel分配）：

$$F_Y(y) = \exp(-e^{-y}) \quad \text{for } y \in \mathfrak{R} \quad \mathfrak{R} \text{ 為實數系}$$

型二（type II）極端值分配（Fréchet分配）：

$$F_Y(y) = \begin{cases} 0 & \text{for } y \leq 0 \\ \exp(-y^k) & \text{for } y > 0 (k > 0), \end{cases}$$

型三（type III）極端值分配（Weibull分配）：

$$F_Y(y) = \begin{cases} \exp(-(-y)^{-k}) & \text{for } y < 0 (k < 0) \\ 1 & \text{for } y \geq 0 \end{cases}$$

其中 $y = \frac{x-a}{b}$ 、 $k = \frac{1}{t}$ 。為規模參數(scale parameter)，用來決定該分配的

離散程度； a 為定位參數(location parameter)，用來決定該分配的中心位置、 t 為尾部參數(tail index)，用來決定該分配的尾部分配型態，而 a 、 b 及 t 在圖形上的意義可參考圖 3.5。若 t 為正，則呈現 Weibull 分配；若 t 為負，則呈現 Fréchet 分配；若 t 為 0；則呈現 Gumbel 分配。若 t 的絕對值越高，則出現極端值的機率也就越高，若該分配以圖形表示，即顯示其分配的尾部會越來越高，形成了所謂的厚尾現象（fat-tails）。

而 Gnedenko(1943)的研究中，分別對以上三種極端值分配詳述其充分必要條件，其條件如下所述：

一、Gumbel 分配的充分必要條件：

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n[1 - F_X(\mathbf{a}_n \cdot x + \mathbf{b}_n)] = e^{-x}$$

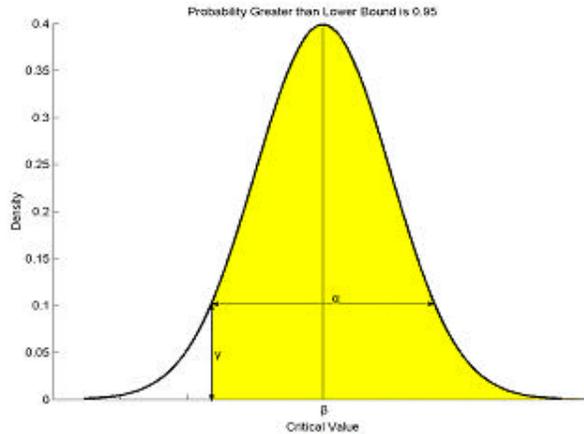


圖 3.6 極端值理論之參數意義

二、Fréchet 分配的充分必要條件：

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1 - F_X(t \cdot x)}{1 - F_X(t)} = x^k \quad t > 0 \quad k > 0$$

三、Weibull 分配的充分必要條件：

$$\lim_{t \rightarrow 0} \frac{1 - F_X(t \cdot x + u)}{1 - F_X(x + u)} = x^{-k} \quad t > 0 \quad k < 0$$

3.5.2 參數估計法與非參數估計法

目前估計極端值的方法在此可大略分成幾大類，其一為參數型極端涉險值模型(parametric approach)其二為半參數極端涉險值模型(semi-parametric approach)其三為無母數極端涉險值模型 (nonparametric approach)。其中參數型極端涉險值模型中在此說明兩種估計方法，一類為最大概似估計法 (maximum likelihood method)；另一類為迴歸估計法 (regression method)。非參數估計法又稱無母數估計法。以下將簡單介紹參數估計法與無母數估計法。

1.參數估計法 (parametric approach)

利用參數估計法所估計出的分配情形將會是一個投資組合報酬分配的全貌。因此，吾人若欲得知完整的投資組合分配時，將可運用參數估計法。

參數估計法之中較常使用的有最大概似估計法 (MLE , maximum likelihood

method) 及迴歸估計法 (regression method) 以下將簡單介紹這兩種估計方法 :

(1) 最大概似估計法 (maximum likelihood method) :

由最大概似估計法所估計出的參數估計值具有不偏 (unbiased) 漸進常態 (asymptotically normal) 以及最小變異 (minimum variance) 的特性 , 且可以應用於最大化問題 (maximization problem) 的一階條件來克服非線性函數的問題 (Tiago de Oliveira, J., 1973)。概似率檢定將會經由估計出的參數估計值推斷出資料型態是屬於哪一型的極端值漸進分配。

(2) 迴歸估計法 (regression method) :

迴歸估計法是 Gumbel 在 1958 年根據極端值理論的順序統計量 Y 來估算。我們將觀察值中的最大極值設定為 $(Y_{n,i})_{i=1,N}$, 並且將他們排序 , 令為 $(Y'_{n,i})_{i=1,N}$ 。使得 $Y'_{n,1} \leq Y'_{n,2} \leq \dots \leq Y'_{n,N}$ 。對於每一個 i 值 , $F_{Y,n}(Y'_{n,i})$ 是一個落在 0 到 1 之間的隨機變數 , 而變數所形成的分配獨立於 Y_n , 其中第 i 次的平均值 $E[F_{Y,n}(Y'_{n,i})]$ 為 $i/(N+1)$ 。此部份可由以下函式取二次對數而得 :

$$-\ln \left[-\ln \left(\frac{i}{N+1} \right) \right] = \frac{1}{t} \cdot \ln a_n - \frac{1}{t} \ln \left(-t \left(Y'_{n,i} - b_n - \frac{a_n}{t} \right) \right) + \Phi_{n,i}$$

對於 Gumbel 函式 ($t=0$) , 上列的函式將成為以下的形式 :

$$-\ln \left[-\ln \left(\frac{i}{N+1} \right) \right] = \frac{Y'_{n,i} - b_n}{a_n} + \Phi_{n,i}$$

這些結果在圖形上的曲率是與呈現何種分配有關 : 對於 Gumbel 分配來說 , 圖形將會是一條直線 ; 對於 Fréchet 分配來說 , 圖形將會形成一個凹向上的曲線 ; 若是 Weibull 分配時 , 將會出現一個凸向上的曲線。

2. 無母數估計法 (nonparametric approach)

與參數估計法所不同的是 , 利用無母數估計法所估計出的分配並不是一個投資組合的完整分配 ; 而是在決策者所決定的信賴機率水準下 , 估計出的分配尾部將會與實際投資組合分配的尾部所呈現的分配一致。在 Jansen 和 de Vries (1991)

提到此法會比先前的最大概似估計法(maximum likelihood method) 來得有效率。

1975 年 Pickands 和 Hill 各提出一種估計尾部指數 () 的方法，函式如下：

$$t_{Pickands} = -\frac{1}{\ln 2} \cdot \ln \left(\frac{X'_{N^{obs}-q+1} - X'_{N^{obs}-2q+1}}{X'_{N^{obs}-2q+1} - X'_{N^{obs}-4q+1}} \right)$$

$$t_{Hill} = \frac{1}{q-1} \cdot \sum_{i=1}^{q-1} (\ln X'_{N^{obs}-i} - \ln X'_{N^{obs}-q})$$

$(X'_m)^{obs}$ $m = 1, N$ 是一個由小到大排序的日報酬資料群，其中 q 是一個根據 N^{obs} 日報酬的觀察數目。而 Hill 的估計式則只能用在 Fréchet 分配，即 $\alpha < 0$ 時。

下圖說明利用極端值理論估計參數、分配及估算風險值的流程：

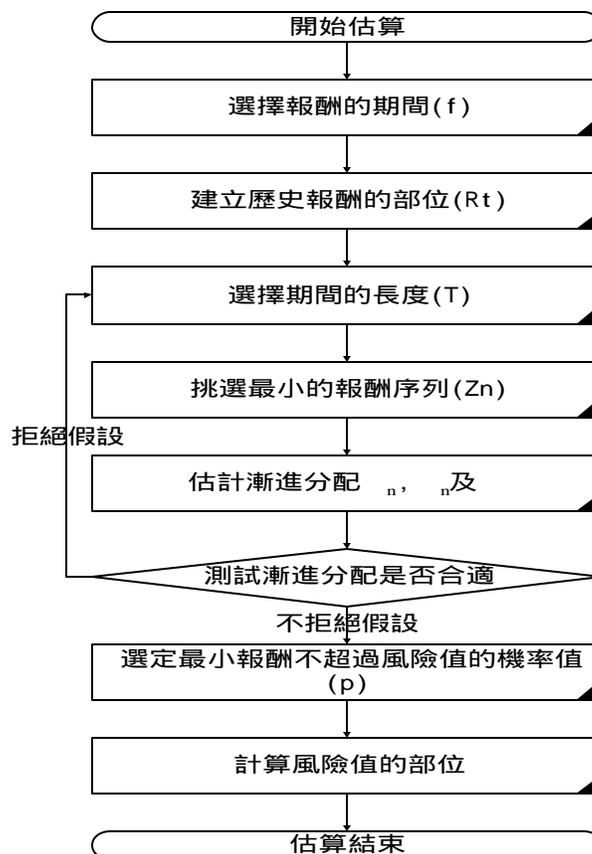


圖 3.7 極端值理論估計 VaR 之流程

資料來源：本研究整理

3.6 債券部位之風險值

由於我國公債發行數量及頻率未如美國公債發行般均勻，不同期限之最近發行新債(on the run issue)未必存在，因此本節所述債券投資組合風險值之計算，係以美國債券市場為例，並參考 Jorion(2001)之內容整理而成。

債券部位(bond positions)係根據債券發行金額、期間、發行者的信用等級描述各個時點之資金流量的分配。利率商品部位的風險可利用不同的映射系統(mapping systems)，來描述本金到期日與現金流量之關係。在本金映射(principal mapping)中，債券的風險只與本金給付的到期日有關。在存續期間映射(duration mapping)中，風險和擁有相同存續期間的零息債券(zero-coupon bond)有關。在現金流量映射(cash now mapping)中，固定收益證券(fixed income instruments)的風險可以分解成債券之每一筆現金流量的風險。

表 3.2 美國零息債券的風險和相關性(在 95%信賴水準下，每月的風險值)

時間	風險值 (%)	1個月	3個月	6個月	1年	2年	3年	4年	5年	7年	9年	10年	15年	20年	30年
1個月	0.021	1													
3個月	0.064	.56	1												
6個月	0.162	.50	.69	1											
1年	0.470	.51	.67	.87	1										
2年	0.987	.45	.52	.80	.90	1									
3年	1.484	.44	.50	.79	.89	.99	1								
4年	1.972	.42	.47	.76	.87	.98	.99	1							
5年	2.426	.41	.46	.74	.86	.97	.99	1.0	1						
7年	3.192	.39	.44	.70	.83	.94	.97	.98	.99	1					
9年	3.913	.37	.42	.66	.80	.91	.94	.96	.98	1.0	1				
10年	4.250	.36	.41	.65	.79	.90	.94	.96	.97	.99	1.0	1			
15年	6.234	.33	.38	.61	.74	.85	.89	.92	.93	.96	.98	.98	1		
20年	8.146	.30	.35	.55	.68	.79	.83	.86	.88	.92	.94	.95	.99	1	
30年	11.119	.26	.31	.51	.64	.76	.80	.83	.85	.90	.93	.94	.98	.99	1

資料來源：Jorion(2001)

表 3.2 援用美國零息債券為例解說這些方法間的差異，表 3.2 中描述零息債券每個月的風險值以及從 1 個月到 30 年不同到期日之債券的相關性。在此，風險值對應標準差為 1.65 的同步移動。假設利率期間結構之變動呈現平行移動，則債券風險值應與到期日呈完全線性正相關之走勢。然而實際情形是距到期日愈長，其風險將較到期日短者之風險稍低，同時，相關性亦小於一。

3.6.1 債券投資組合的風險值(Bond Portfolio VaR)

假設現有一個債券投資組合包含二種債券，第一種是五年期，票面利率 6%，面額 100 百萬美元平價發行的債券；另一種為一年期，票面利率 4%，面額 100 百萬美元平價發行的債券。此一投資組合擁有 2.733 年的存續期間，或平均到期日為三年。

表 3.3 比較三種不同方法。本金投影轉換包括在第三年($t=3$)時的一次給付，期間投影轉換則為在第 2.733 年($t=2.733$)時的一次給付，現金流量投影轉換的給付情形則顯示在最後一欄。表 3.3 描述所有投資組合的現金流量均以相當的零息債券利率折現後的現值。

本金映射、存續期間映射及現金流量映射法等三種映射方法都可用來計算債券投資組合的風險值。本金映射只考慮贖回本金的時間。由於該投資組合的平均到期日為三年，而到期日為三年的零息債券的風險為 1.484%，故可以求得風險值為 $\$200 \times 1.484\% = \2.97 。此法最大的優點是簡單，但它會高估實際的風險，因為它忽略了債券存續期間的所有現金流入。

另一個較精確的方法是存續期間映射法。如果利率期間結構是呈現平行移動，則衡量債券投資組合的風險將相對簡單許多。存續期間相當於零息債券的到期日，即為 2.733 年。利用二年與三年間直線插入(linear interpolating)的方法，可以求得零息債券的風險值為： $0.987 + (1.484 - 0.987) \times (2.733 - 2) = 1.351\%$ 。而債券投資組合的價值為 200 百萬美元，故以存續期間為基礎的風險值為 2.7 百萬美

元，此種方法比採用本金映射法求得的風險值稍小。

表 3.3 債券投資組合的映射方法

期間(年)	6% 五年	4% 一年	現貨利率	映射方法		
				本金	存續期間	現金流量
1	6	104	4.000	.00	.00	105.77
2	6	0	4.618	.00	.00	5.48
2.733	—	—	—	—	200.00	—
3	6	0	5.192	200.00	.00	5.15
4	6	0	5.716	.00	.00	4.80
5	106	0	6.112	.00	.00	78.79
合計				200.00	200.00	200.00

資料來源：Jorion(2001)

現金流量映射法則將所有期間結構上各時點(“vertices”)的現金流量加以組合起來，並與不同波動性的到期日相對應作映射。每一筆現金流量係以每一筆現金給付的現值來表示，並以相當的零息債券利率加以折現而得，即

$$\text{付息債券} = \left(\begin{array}{c} \text{第一期} \\ \text{現金流量} \\ \text{的現值} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{第二期} \\ \text{現金流量} \\ \text{的現值} \end{array} \right) + \dots + \left(\begin{array}{c} \text{最後一期} \\ \text{本金} \\ \text{的現值} \end{array} \right)$$

表 3.4 顯示如何利用現金流量映射法來計算投資組合的風險值。第二欄的現金流量 x 乃延續自表 3.3 第三欄之金額為各個現金流量 x 與其時點風險 $v = \alpha\sigma$ (在 95% 之信賴水準下) 相乘後的乘積。若所有零息債券間皆完全相關，此債券投資組合的風險值為： $\sum_{i=1}^N x_i V_i$ 。

經計算出來的風險值為 \$263.35% 或 2.63 百萬美元，此一數值是尚未分散的風險值。它和存續期間映射法所計算出來的風險值 2.7 百萬美元十分接近。未分散的風險值可簡化為個別風險值的加權總和，因為當 $\rho=1$ 時，

$$V(x_1 R_1 + x_2 R_2) = x_1^2 \mathbf{s}_1^2 + x_2^2 \mathbf{s}_2^2 + 2x_1 x_2 \mathbf{r} \mathbf{s}_1 \mathbf{s}_2 = (x_1 \mathbf{s}_1 + x_2 \mathbf{s}_2)^2$$

$$\rightarrow \mathbf{s}(x_1 R_1 + x_2 R_2) = (x_1 \mathbf{s}_1 + x_2 \mathbf{s}_2)$$

表 3.4 計算 2 億美元債券投資組合的風險值

期間 (年)	現金流量 $x \times v$ x(百萬美元)	x (%)	相關性矩陣 R					VAR (百萬美元)
			1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	
1	105.77	49.66	1					
2	5.48	5.40	.897	1				
3	5.15	7.65	.886	.991	1			
4	4.80	9.47	.866	.976	.994	1		
5	78.79	191.15	.855	.966	.988	.988	1	
合計	200.00	263.35						
VaR (百萬美元)								
未分散		\$2.63						
風險值								\$2.57

資料來源：Jorion(2001)

在表的右半部顯示到期日由一年到五年之零息債券的相關性矩陣。為了求得債券投資組合的風險值，將矩陣分別先後乘以每一個時點上的金額(xV)，加以開平方根之後，即可求得風險值為 2.57 百萬美元。此風險值表示該投資組合在 95% 的信賴水準下，在一個月的期間內最大可能的損失。

期間風險值為 2.7 百萬美元，而未分散的風險值則為 2.63 百萬美元。二者差異來自於 (1) 風險衡量和到期日並非完全的線性關係，除非利率期間結構呈絕對的平行移動；(2) 投資組合風險分散效果可以進一步降低風險。因此，二個風險值的差距為 13 萬美元(2.7 百萬美元 - 2.57 百萬美元)，其中 7 萬美元的差異來自殖利率波動性的差異(2.7 百萬美元 - 2.63 百萬美元)，另外 6 萬美元的差異則是來自非完全的相關性。

表 3.5 說明直接由各零息債券價值的變動來導出風險值之方法。假設所有的零息債券都是完全相關，接著將各零息債券的風險值自其價格中分別扣除。例如，一年期零息債券的價格為 0.9615，由表 3.5 得知風險值為 0.4696，在 95% 的機率下，零息債券的價格將跌至 $0.9615 \times (1 - 0.4696\%) = 0.9570$ 。若所有零息債券皆呈現完全相關，則其價格跌幅將分別為其個別的風險。

據此可以推導出一個現值因子的新分配，並且可以用來作為債券投資組合訂價之用。表 3.5 指出此新數值為 197.37 百萬美元，較原先的數值剛好減少了 2.63 百萬美元，而此一數值剛好與前一節將相關係數設為 1 的情況下所得的數值相同。

表 3.5 利用零息債券價格的變動來計算風險值

現金期 間(年)	舊流量 (百萬美元)	舊零息 債券價值	零息債券 流量的現值	零息債券 風險	新零息 債券價值	流量的現值
1	109	0.9615	105.77	0.4696	0.9570	105.27
2	6	0.9136	5.48	0.9868	0.9046	5.43
3	6	0.8591	5.15	1.4841	0.8463	5.08
4	6	0.8006	4.80	1.9714	0.7848	4.71
5	106	0.7433	78.79	2.4261	0.7252	76.88
合計			200.00			197.37
風險值						\$2.63 百萬美元

資料來源：Jorion(2001)

這兩種方法顯示利用矩陣相乘與標的價格變動兩種計算風險值方法的關聯性。透過矩陣相乘來計算風險值比較直接，且此方法可允許不同部門的殖利率曲線可以呈現不完全相關。

3.6.2 各面向權數的決定(Assigning Weights to Vertices)

在前面的例子中，投資組合的每一筆現金流量都是落在先前已經選取好的時點(vertex)上。然而，在一般情況下卻不是如此。例如假設一個債券投資組合擁有一期的現金流量，存續期間 $D_p = 2.7325$ 年，現值 200 百萬美元，要如何配置這 200 百萬美元到每個相鄰的存續期間時點上，使其最能反映原始投資的風險？

依據期間插入法(duration interpolation)來配置資金。將 x 定義為第一個存續期間時點上的權數， D_1 與 D_2 則分別代表第一與第二個存續期間的時點。令 $x D_1 + (1-x) D_2 = D_p$ ，則當 $x = (D_2 - D_p) / (D_2 - D_1)$ 時即可求得債券投資組合的存續期間 D_p 。上例中，當 $x = (3 - 2.7325) / (3 - 2) = 0.26675$ 時可導出第一個存續期間時點

的數值為 53.49 百萬美元，餘額 146.51 百萬美元則分配到三個存續期間的時點上。

值得注意者，利用這個方法求得的債券投資組合風險值並不等於原先投資組合的風險值。為了維持相同的風險值水準，可以採用另一種方法計算。令 s_1, s_2 為個別債券的波動性， r 為相關係數，此債券投資組合的變異數為：

$$V(R_p) = x^2 s_1^2 + (1-x)^2 s_2^2 + 2x(1-x) r s_1 s_2$$

將此變異數設定成與落在二個時點間的零息債券的變異數相同，利用二年與三年零息債券之價格波動性的線性插入法，此債券投資組合的波動性為 $s_p = 1.351\%$ ²¹。因此，若要將投資組合的風險維持與原先投資相同的權數 x ，可由下列二次方程式的解得知：

$$(s_1^2 + s_2^2 - 2r_1 s_2) x^2 + 2(-s_2^2 + r s_1 s_2) x + (s_2^2 - s_p^2) = 0$$

方程式 $ax^2 + 2bx + c = 0$ 的解為 $x = (-b \pm \sqrt{b^2 - ac}) / a$ ，則上述方程式的二個根為 $x_1 = 0.2635$ 及 $x_2 = 5.2168$ 。挑選第一個根解(因為其根解介於 0 和 1 之間)利用表 3.6 作資料轉換，可以得知在二年時點的部位為 52.71 百萬美元，三年時點的部位為 147.29 百萬美元。

在本例中，二種方法的差異極為微小，現金流量的實際風險值為 2.702 百萬美元，而存續期間權數的債券投資組合之風險值為 2.698 百萬美元。存續期間近似法(duration approximation)以下兩個條件成立時其映射誤差最小：(1)相關係數為 1，(2)每個時點的波動性與其期間成比例的關係 ($s_1 = sD_1$ ， $s_2 = sD_2$ ， $\rho = 1$)，在這二個條件成立之下

$$V[R_p] = x^2 s^2 D_1^2 + (1-x)^2 s^2 D_2^2 + 2x(1-x) s^2 D_1 D_2 = s^2 (xD_1 + (1-x)D_2)^2$$

當 $xD_1 + (1-x)D_2 = D_p$ 時，上式便等於 $\sigma(D_p)^2$ 。換言之，在這些條件下，存續期間配合法 (duration matching) 是最適當的方法。然而，在更普遍的例子中，

²¹ 另一種方法是插入殖利率波動性(yield volatilities)，藉此可以得到價格的波動性。但以此法求得的 x ，並不能保證 $0 < x < 1$ 。而且，沒有理論證明殖利率波動性插入法比價格波動性插入法來得更好。

尤其是 r 比 1 小很多的情況下，使用期間類似法無法提供與原始現金流量具有相同的投資組合。

表 3.6 決定各時點的權數(Assigning Weights to Vertices)

期間 (年)	VaR(%)	風險值(VaR)調整			期間調整	
		相關性	權數	金額	權數	金額
2	0.9868		0.2635	\$52.71	0.2675	\$53.49
3	1.4841	0.9908	0.7365	\$147.29	0.7325	\$146.51
2.7325	1.3510					
合計			1.0000	\$200.00	1.0000	\$200.00

資料來源：Jorion(2001)

3.6.3 設定債券投資組合的比較標準(Benchmarking a Portfolio)

本小節介紹債券投資組合相較於一個績效標準下其風險之估算。表 3.7 為存續期間 4.62 年的摩根美國債券指數(J.P. Morgan U.S. bond index)的現金流量分解資料，利用現金流量的模式以及風險與相關性的資訊，可求得分散化的風險值。假設想要求出 100 百萬美元債券投資組合的標準，在一個月的存續期間及 95% 的信賴水準下，風險值為 1.99 百萬美元；此風險值與四年期票券的風險值約略相同，未分散的風險值是 2.07 百萬美元，僅較分散化的風險值高出一點點。

其次，我們試圖將二種債券與指數互相配合。表 3.7 中最右欄顯示存續期間與指數的期間相配合的二種債券投資組合的部位。由於沒有剛好 4.62 年的零息債券，最接近的投資組合包括二個部位，分別為四年期與五年期的零息債券。而債券投資組合的權數分別為 38 百萬美元與 62 百萬美元。

表 3.7 100 百萬美元債券指數的標準投資組合
(在 95% 信賴水準下，每月的風險值)

時點	風險(%)	部位:	部位：投資組合				
		摩根美國指數 (百萬美元)	1 (百萬美元)	2 (百萬美元)	3 (百萬美元)	4 (百萬美元)	5 (百萬美元)
≤1 個月	0.022	1.05	0.0	0.0	0.0	0.0	84.8
3 個月	0.065	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 個月	0.163	2.49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 年	0.470	13.96	0.0	0.0	0.0	59.8	0.0
2 年	0.987	24.83	0.0	0.0	62.6	0.0	0.0
3 年	1.484	15.40	0.0	59.5	0.0	0.0	0.0
4 年	1.971	11.57	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 年	2.426	7.62	62.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 年	3.192	6.43	0.0	40.4	0.0	0.0	0.0
9 年	3.913	4.51	0.0	0.0	37.4	0.0	0.0
10 年	4.250	3.34	0.0	0.0	0.0	40.2	0.0
15 年	6.234	3.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 年	8.146	3.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30 年	11.119	1.31	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2
合計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
存續期間		4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
VaR(百萬美元)							
絕對值		1.99	1.99	2.20	2.13	2.07	1.10
相對值		0.00	0.00	0.29	0.16	0.20	0.36

資料來源：Jorion(2001)

將投資組合的部位向量定義為 x ，指數的部位向量定義為 x_0 ，相對於標準投資組合的離差 VaR 為

$$\text{VaR} = \mathbf{a} \sqrt{(x - x_0)' \Sigma (x - x_0)}$$

經過計算後，求得經存續期間避險的債券投資組合(duration-hedged portfolio)的相對風險值為 0.43 百萬美元。因此，在正常的市場情況下，指數和債券投資組合最大的離差值為 0.43 百萬美元。此潛在的短缺數額(potential shortfall)比指數的絕對風險 1.99 百萬美元還要小得多。而剩餘的模擬誤差值(tracking error)則是

因為利率期間結構非平行移動所造成。

相對於原始指數，模擬誤差值可以利用變異數的減少來衡量，與回歸方法中的 R^2 類似。此變異數改善為：

$$1 - \left(\frac{0.43}{1.99} \right)^2 = 95.4\%$$

當改變範例中投資組合的組成。將編號 2 的投資組合放寬時間點的種類，包括三年和七年的部位。則它的風險值模擬誤差值為 0.29 百萬美元，已經比先前的數據有所改善。

編號 3 的投資組合則包括二年與九年的部位，與指數的現金流量部位最為接近，其二年期時點的權數最大，它的風險值模擬誤差值進一步減為 0.16 百萬美元。編號 4 的投資組合則包括一年期與十年期的部位，但風險值卻增為 0.2 百萬美元。此種模擬誤差加劇的現象，在將投資組合改變為包括一個月期國庫券 (T-Bill) 及卅年期零息債券後，將更為顯著，它的殘差風險值數值增至 0.36 百萬美元。

在上述的五個投資組合中，編號 3 的投資組合擁有最低的模擬誤差值。值得一提的是，在五個投資組合中，編號 5 的投資組合擁有最低的絕對風險。隨著到期日差距愈遠的債券間之相關性愈低，可以預期一個存續期間配合的投資組合包括了差距最遠的到期日債券，它的絕對風險將會最低，例如現金與卅年期零息債券的槓鈴式投資組合 (barbell portfolio)。然而，將絕對風險最小化卻不等於將相對市場風險最小化。

上述例子指出，存續期間避險只是提供利率風險管理的第一個估計方法。如果你的目標在於，將相對於某一指數的觀察錯誤值加以最小化，按到期日利用良好的指數分解是很重要的。如同在上述範例中所提及的，擁有與指數現金部位最近似的投資組合，便擁有最低的模擬誤差值。

3.7 利率交換與資產交換之風險值

3.7.1 利率交換風險值

利率交換(interest rate swaps, IRS)係指投資人將利率由固定利率轉為浮動利率，利率交換可以分解成二個部位(legs)，即固定部位與浮動部位。固定部位以付息債券(a coupon-paying bond)來訂價，而浮動部位則等於浮動利率債券(a floating-rate note)。

例如欲計算 5 年期 100 百萬美元利率交換的風險值。在此利率交換中，投資人以 5 年期美元年利率 6.195%，交換一個釘住「倫敦銀行間報價利率 (London Interbank Offered Rate, LIBOR)」之浮動利率給付。交換合約一開始的時候，假設浮動利率債券即將重新調整，故無風險問題。

在此有二種方法可以用來衡量利率交換的風險，一是固定利率債券與浮動利率債券的組合部位，二是遠期契約的投資組合。首先，將此一交換視為擁有二種債券的部位，並利用表 3.2 的風險衡量值，明細詳列在表 3.8。

表 3.8 計算 100 百萬美元利率交換的風險值(在 95% 信賴水準下，每月的風險值)

期間(年)	固定流量	浮動 流量	利率 (年息%)	流量現值 (\$) \times	流量 VaR $\times \times V$	增量 VaR (百萬美元)
1	-6.195	-	5.813	-5.855	-0.027	0.024
2	-6.195	-	5.929	-5.521	-0.054	0.053
3	-6.195	-	6.034	-5.196	-0.077	0.075
4	-6.195	-	6.130	-4.883	-0.096	0.096
5	-106.195	-	6.217	-78.546	-1.905	1.905
合計	-100.00					
VaR(百萬美元)						
未分散 VaR					\$2.160	
					(百萬美元)	
分散 VaR						\$2.152
						(百萬美元)

資料來源：Jorion(2001)

表 3.8 第二、第三欄表示固定與浮動部位的給付，第四欄依序是到期日一年至五年的現貨利率，第五欄是固定部位扣除浮動部位後的淨流量之現值。最後一欄則為增量風險值的資料，加總求得分散風險值的數值為 2.152 百萬美元。未分散的風險值則是將各別風險值加總，此數值 2.160 百萬美元將高估風險。

另一種做法是將此一交換視為五個遠期契約的加總，如表 3.9 所示。該一年期契約約定支付本金 100 百萬美元加上票息利率為 6.195%，若以現貨利率 5.813% 折現，現值為 -100.36 百萬美元。並以此交換目前無風險的 100 百萬美元。

第二個契約為 1×2 之遠期契約，此一契約約定支付本金加上二年固定票息，或 -106.195 百萬美元，若以二年期現貨利率折現，現值為 -94.64 百萬美元。並以此交換一年後的 100 百萬美元(若以一年期現貨利率折現，其現值為 94.5 百萬美元)。以此類推，則第五個契約為 4×5 之遠期契約。

表 3.9 將利率交換視為遠期契約計算風險值

期間 (年)	契約流量的現值					VaR
	1	1×2	2×3	3×4	4×5	
1	-100.36	94.50				
2		-94.64	89.11			
3			.08	83.88		
4				-83.70	78.82	
5					-78.55	
VaR (百萬美元)	\$0.471	\$0.571	\$0.488	\$0.446	\$0.425	
未分散						\$2.401 (百萬美元)
分散						\$2.152 (百萬美元)

資料來源：Jorion(2001)

表 3.9 顯示各個契約的風險值，直接將五個風險值加總即可求得未分散的風險值為 2.401 百萬美元，此風險值將高估部位的實際風險。完全分散的風險值為 2.152 百萬美元，與表 3.8 的結果相同。表 3.8 及表 3.9 顯示用這二種不同的方法

計算 IRS 之風險值可以得到相同的答案。

最後檢視浮動利率部位在第一期給付完成後 IRS，風險值將產生何種變化。經過第一期利率交換後浮動利率債券將變成一年期債券，期初以平價發行，卻受限於利率的變動。在現金流量模式中唯一的改變，是在第一年時將 100 百萬美元加入部位內(從-\$5.855 到\$94.145)。結果風險值便從 2.152 百萬美元降為 1.939 百萬美元。一般而言，此利率交換的風險值在交換契約到期時將趨於零，且會在每次收到票息時下降。

3.7.2 資產交換之風險值

我國證期會於民國 90 年 4 月起核准證券商可以承作資產交換 (asset swap) 交易，國內大型綜合券商迄今已承作多筆資產交換交易。由於我國可轉換公司債中債券和股票選擇權是不能分割的，因此不能像國外一樣，分別將債券及股票選擇權分給兩個投資人。由於證券商承銷可轉換公司債，一般皆擁有可轉換公司債的部位，因而，可以將可轉換公司債賣給投資人(如偏好利率收益的銀行)，並向投資人買回可轉換公司債中的股票選擇權。此外，證券商可再設計一個利率交換，以浮動利率支付給投資人，並交換由可轉換公司債產生的固定利率收入(如圖 3.8 所示)。就投資人之觀點而言，其向證券商買入可轉換公司債，同時將所附的股票選擇權再賣回給證券商，並與證券商進行一個利率交換，把由可轉換公司債得到的固定利率，與證券商交換成浮動利率，最後投資者收到的是浮動利率。圖 3.8 之資產交換結構顯示證券商承作資產交換之風險值，等於股票買權之風險值，外加一個利率交換的風險值。

對證券商來說，資產交換可以解決可轉債包銷部位資金積壓問題，由於證券商擁有很大的可轉換公司債部位，積壓的資金成本很大，如果能把部分利息的收益轉賣給投資者，就可以增加現金的收入，同時可以取得資金再發行可轉債，此外也可保有股票選擇權的部位。對投資者而言，投資者將可轉換公司債中的股票

選擇權部分的價值再賣回給券商(不用承擔股票波動的風險),再進行一個利率交換。最後得到一個浮動利率的收入,因為投資者還賣出一個股票買權予證券商,因而此一浮動利率收入會比一般浮動利率高,亦即比單買浮動利率票券(floater)的利率高。國內證券商如元大京華及大華證券,從民國 90 年 4 月起已經開始承作資產交換交易。

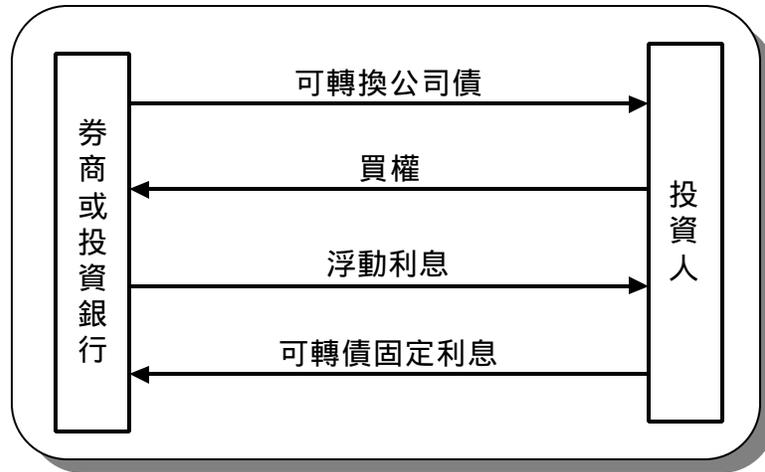


圖 3.8 資產交換圖(可轉換公司債不能分割)

3.8 回溯測試 (Back Testing)

巴塞爾協定(Basel, 1996)建議以回溯測試 (back testing) 來說明內部風險值模型 (internal VaR model) 的優劣，即評估風險值估算是否確實符合市場實際狀況。簡單而言，回溯測試即在比較過去一段期間投資組合的實際損失金額超過估算風險值的次數 (稱為穿越次數)，是否趨近信賴機率水準。例如，選取過去 1000 個交易日為測試期間，在估算期間為一天而信賴機率水準為 95% 的狀況下，其穿越次數應接近 50 次。

依據巴塞爾監理委員會之規範，每日為支應市場風險所提撥之自有資本應滿足(1)前一日風險值與，(2)前六十個營業日風險值之平均數，再乘以一乘數因子 (M+m)，最後取兩者中較高者，其中自有資本準備之公式如下：

$$\text{自有資本準備} = \text{Max} \left\{ \text{VaR}_{t-1}, (M+m) \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} \text{VaR}_{t-i} \right\}$$

其中，M 為固定乘數因子，M=3，m 為加碼因子，m 由回溯測試之失敗次數決定，其值界於 0 與 1 之間，關於不同的回溯測試失敗次數，巴塞爾協定亦給予不同之加碼因子，相關說明請見表 3.10。

表 3.10 加碼因子表

燈區	回溯測試失敗次數	加碼因子 m
綠燈區	0	0.00
	1	0.00
	2	0.00
	3	0.00
	4	0.00
黃燈區	5	0.40
	6	0.50
	7	0.65
	8	0.75
	9	0.85
紅燈區	10	1.00

資料來源：Basel Agreement (2000)及 BIS (2000)。

本研究援用台灣證券交易所股價指數 2000 年至 2001 年之資料 (見圖 3.9) , 利用變異數—共變異數法、歷史模擬法、蒙地卡羅模擬法與極端值理論法, 進行 VaR 估計之回溯測試。此回溯測試採用 5 日 VaR, $\alpha=1\%$, 並使用移動視窗設計 (moving window design) 作測試, 學習樣本為 2000 年之指數報酬率時間序列, 測試樣本則為 2001 年之資料。回溯測試結果彙整於表 3.11, 並整理繪圖於圖 3.9

檢試圖 3.10 可以發現, 無論是變異數—共變異數法中的歷史變異數-共變異數, SMA 與 EWMA ($\lambda=0.94$ 及 $\lambda=0.97$), 拔靴複製法, 或是蒙地卡羅模擬法, 其回溯測試結果相當類似, VaR 估計值亦相去不遠。這些估計方法對於市場發生較大的變動之情境不易捕捉。極端值理論法之估計結果較為保守, 相對地其對於市場大變動所引發的損失之捕捉能力較佳。

圖 3.11 則是將各種 VaR 估計模型之估計結果與 EWMA ($\lambda=0.94$) 之 BVaR 估計作比較。結果發現 BVaR 對於市場較大的負報酬之預測能力亦不佳, EVT 法所估計之 VaR 具有一定的參考價值。

表 3.11 台灣證券交易所股價指數 (2000-2001) 風險值之回溯測試結果彙整表

股價指數資料 (最近二年)		VaR (%)	失敗率 (%)	BVaR (%) = $E[P/L P/L > VaR]$	
變異數-共變異數法 (Var/Cov Method)	(1) 歷史變異數-共變異數 (%)	10.11	2.46	5.18	
	(2) SMA	11.27	2.46	11.57	
	(3) EWMA	= 0.94	12.12	2.46	12.40
		= 0.97	11.70	2.46	11.99
蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Simulation Method)		9.73	2.51	11.57	
歷史模擬法 (Historical Simulation Method Bootstrapping)		9.37	2.51	11.57	
極端值理論法 (EVT Method)		15.69	1.28	15.88	

註: $\alpha=0.01$, 5 日 VaR

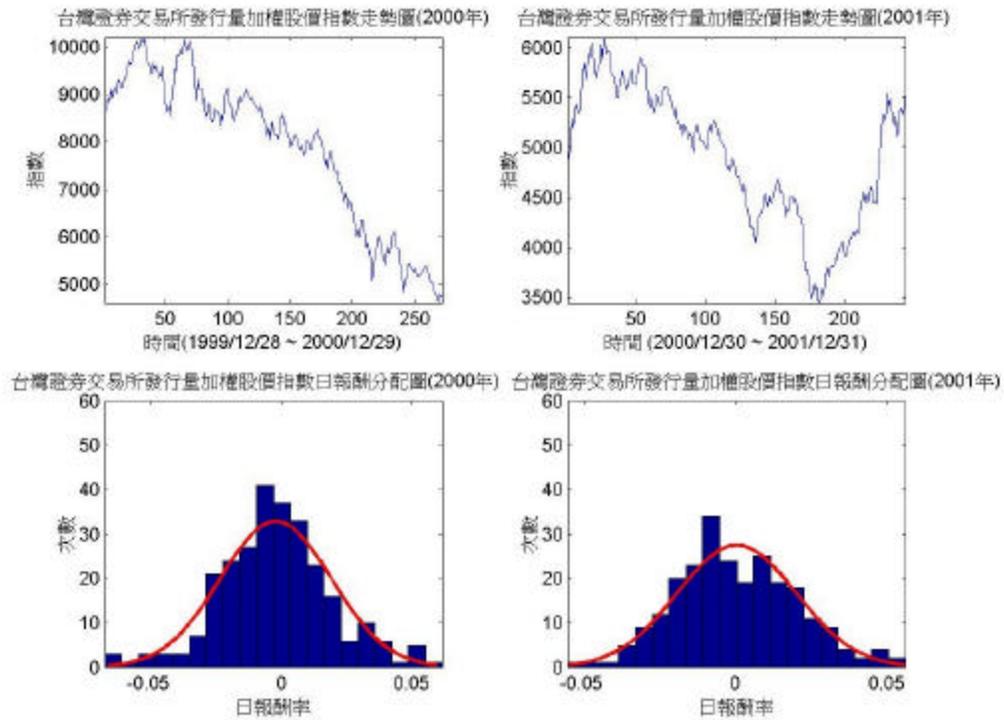


圖 3.9 臺灣證券交易所股價指數 2000-2001 年走勢圖

EVT 法估計所得之 VaR 值可作為壓力測試之部分替代，因其不需改變外生變數，僅須資產報酬之時間序列資料，便可求出市場鉅變情境下之風險值。

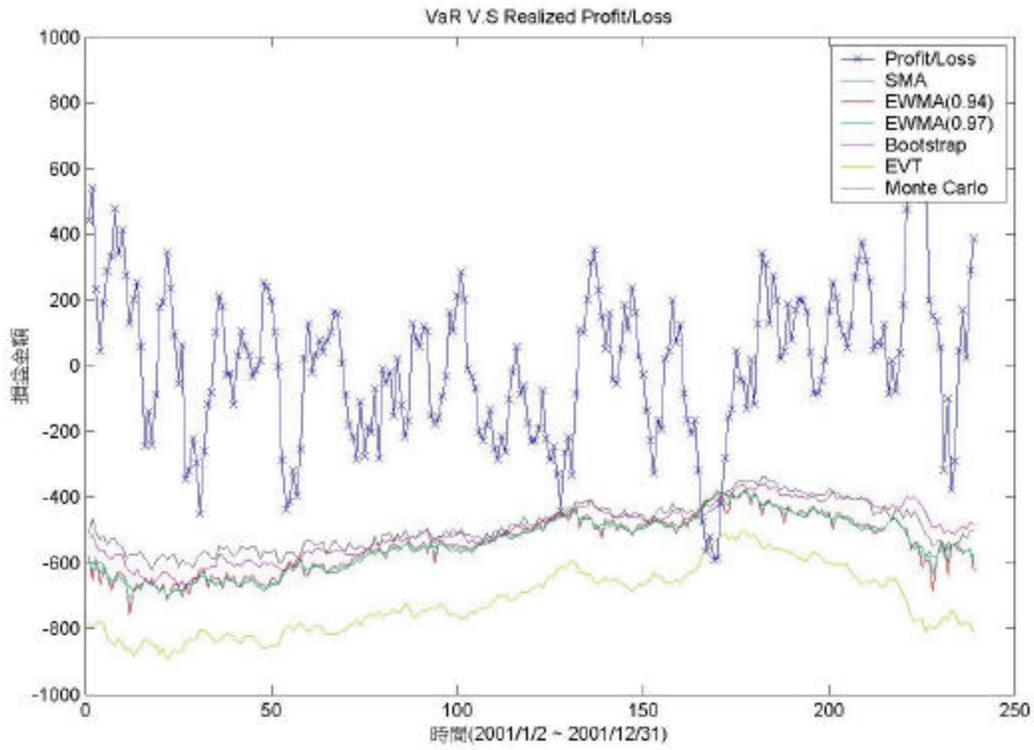


圖 3.10 各種 VaR 估計模型回溯測試結果比較圖

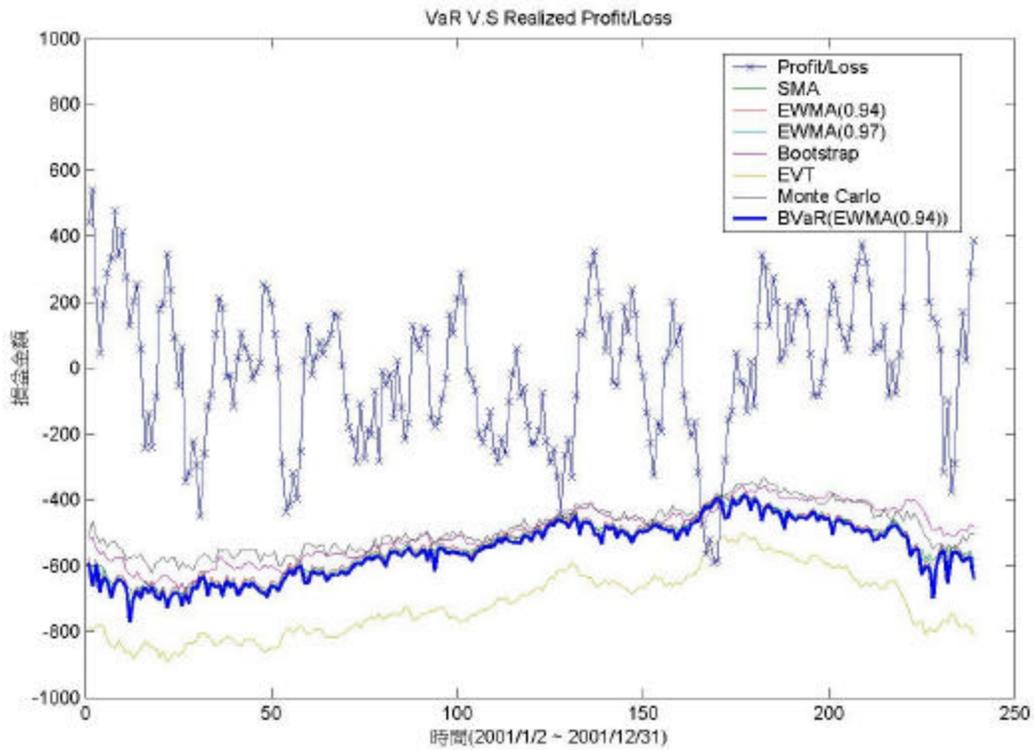


圖 3.11 各種 VaR 估計模型暨 BVaR 回溯測試結果比較圖

3.9 壓力測試 (Stress Testing)

壓力測試 (stress testing) 又稱情境分析 (scenario analysis) 其目的在估算市場極端狀況時，投資組合暴露的可能損失金額。風險值是衡量投資組合在正常市場狀況下的可能損失金額，然而大部分資產損益分配皆呈現厚尾現象，表示資產損益發生極端變化的機率顯著高於常態分配假設，例如，1999 年亞洲金融風暴、1999 年台灣兩國論議與 921 大地震等，皆導致台灣股市重挫。

風險管理的主要目的在於防止金融機構遭受重大損失而破產，因此，完整的風險管理機制應是具備『認定』與『量化』市場極端狀況發生時對於投資組合的影響。壓力測試目的就在認定市場極端狀況之情境，並量化在此情境下投資組合可能發生的損失金額，以彌補風險值對於風險管理機制的不足。

圖 3.12 描述投資組合損益分配圖與風險管理機制 (風險值與壓力測試) 之間的關係，雖然市場發生極端狀況的機率並不高，但金融機構應確實了解極端狀況發生時可能損失狀況，來決定是否需要結清或修正 (進行避險部位) 投資部位。

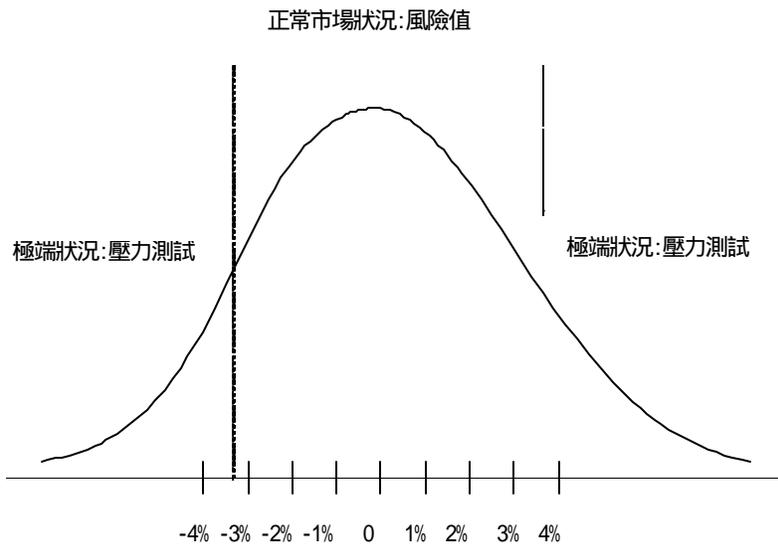


圖 3.12 風險值與壓力測試

基本上，不同的市場情境設定，是依靠經理人評量當時的經濟環境來主觀設

定的。美國衍生性商品政策組織(Derivatives Policy Group, DPG)於 1995 年設計了壓力測試的一些標準，請見表 3.11：

表 3.12 DPG 壓力測試的標準

- | |
|----------------------------------|
| (a) 利率曲線上下平行移動 100 個基點 |
| (b) 利率曲線斜率增加或減少 25 個基點 |
| (c) 上面兩點交互產生的四個情況。 |
| (d) 所有 3 月期的利率變異數在現行基礎上增加或減少 20% |
| (e) 股價指數增加或減少 10% |
| (f) 股價指數的波動度在現行基礎上增加或減少 20% |
| (g) 主要匯率升或貶 6%，其它匯率也同時升值或貶值 20% |
| (h) 匯率波動度在現行基礎上增加或減少 20% |
| (i) 交換基差增加或減少 20% 個基點 |

資料來源：DPG, A Framework for Voluntary Oversight, February 1995, p.30

情境的設定亦端賴資深經理人對於市場的認知，以台灣股票市場為例，若金融機構沿襲 DPG 的原則來定義投資組合於一天期間的損失程度，顯然不合理，因為台灣股市有 $\pm 7\%$ 的漲跌幅限制，而上述原則 ($\pm 10\%$) 已超過此限制。

另外，在金融機構的風險管理機制上，亦依據機構的經營文化與承擔損失風險容忍度，來制定 VaR-limit 與 Stress-limit 額度，其中 VaR-limit 反應日常營運可接受的每日(或經常性)最大損失額度；而 Stress-limit 則限制市場極端情境下的最大損失額度。因此，二者相較，Stress-limit 屬於長期性的評估，此觀念也被應用在評估機構長期營運計劃與內部資金分配規劃。

據此可瞭解，壓力測試只是補充風險值於風險管理中的不足，並非取代風險值的定位，至於壓力測試的可信度則端賴資深經理人對於市場環境的主觀認知。

3.10 與VaR有關之績效評估指標

風險值是對未來可能產生的最大損失，做最適的資本準備或最佳的避險策略，此外管理者也會針對不同的管理目的，計算各種不同類型的風險值，作為管理決策的參考，然而投資績效的優劣卻是不易評定的，所以選擇一個適當的評估標準作為管理上的決策參考，是風險管理中的另一個重要的課題。

績效評比指標是在於同時考慮報酬與風險。也就是說投資結果的良窳決定於調整後的報酬、或是承擔每單位風險的獲利，而非絕對報酬的高低。此外衡量風險的方法有許多種，將不同的風險值套入評比公式，所得的結果往往不一致，而造成績效評量的困難，本節應用風險值的觀念，介紹常用於投資組合中的績效指標-夏普比率(Sharpe ratio)，以作為管理決策之參考。

3.10.1 夏普比率

績效評比指標同時考慮了報酬與風險之間的抵換關係。在許多衡量風險的方法中，本節介紹最常用的績效評比指標：夏普比率（Sharpe ratio）。

夏普比率是描述管理者在下投資決策時，對獲利機會與損失風險之間作的權衡，亦即評估投資行為的獲利狀況與承擔風險之間的抵換關係，可表示如下。

$$\text{夏普比率(SR)} = \frac{\text{淨獲利(年)}}{\text{淨獲利變動風險}}$$

其中淨獲利已扣除需支付的相關成本。當夏普比率被利用來衡量資產投資績效時，可另外表示如下：

$$\text{SR} = \frac{\text{投資組合報酬率} - \text{無風險利率}}{\text{投資組合報酬的標準差}}$$

基本上，當夏普比率愈大表示投資績效愈佳，代表承擔每單位風險所獲得的報酬愈高。因此，若以提高資產報酬率或降低承擔風險額度方式，皆可以提升投資績效。

另外夏普比率在應用上可分為二個層面來考慮：

1.事前評估：

在進行投資決策前，評估不同資產的獲利機會與損失風險之間的抵換關係，選擇投資績效較佳的資產。例如，兩個投資標的股票 A 與股票 B，股票 A 具有獲利高與潛在高風險的特性，而股票 B 可能提供的報酬較低但損失風險較小。利用調整風險後的報酬指標(夏普比率)，可評比二股票未來可能的投資績效。

2.事後評比：

對於原來已持有的投資組合，以夏普比率來評估不同投資組合的績效，此觀念可應用至交易員，經理人與部門投資績效的評比。例如，比較經理人 A 與經理人 B 的投資績效，經理人 A 建構的投資組合具有高風險高報酬的特性，而經理人 B 較保守其投資組合的實現獲利較低，相對也暴露較小的風險，以夏普比率可以評比二位經理人的投資績效。

3.10.2 VaR 基礎之績效評比指標

3.10.1 節介紹的，是以資產報酬波動性 (σ^2) 來衡量風險，其中計入資產價格向上與向下的不確定性變動。為滿足不同使用者的需求，亦將風險值的觀念應用於投資組合績效評估，其基本觀念為以風險值做為風險測度，以收益代替多餘超額報酬。

應用先前的 Sharpe ratio 公式，可轉換利潤與風險值之間的抵換關係，可表示如下：

$$\text{風險值 Sharpe Ratio 指標} = \frac{\text{利潤}}{\text{VaR}}$$

其中的利潤為收入扣除支出與信用風險的可能損失，但若該金融機構的不同

部門持有類似但反向的資產部位，應相互沖銷風險以確實反應金融機構的整體風險，否則會高估其 VaR 值，但風險值 Sharpe 指標並未考慮此一現象。

據此發展 Treynor 指標重新定義：

$$\text{風險值 Treynor 指標} = \frac{(\text{利潤})_i}{\text{VaR} \times w_i \times b_i}$$

其中 $(\text{利潤})_i$ 為第 i 部門的利潤。 b_i 為第 i 部門持有資產部位相對於整個金融機構持有部位系統風險值，而 w_i 為第 i 部門相對於金融機構整體資產部位的持有比例。

因此，藉由以上所介紹的績效評比指標，可了解金融機構中不同部門之間的利潤與風險值的抵換關係，以及各部門對於金融機構的利潤與損失風險的貢獻程度。

3.11 投資組合元件風險值與風險報告書

3.11.1 投資組合總風險值與元件風險值

假設證券商某一部門所管理之總資金為 V_0 ，而該資金在第 i 項資產之配置資金額為 X_i ， $i=1,2,3,\dots,N$ 。總資金為 V_0 之投資情形可表示為

$$V_0 = X_1 + X_2 + \dots + X_N = \sum_{i=1}^N X_i$$

令 $W_i = \frac{X_i}{V_0}$ 為總資金 V_0 在第 i 項資產之配置比率， $i=1,2,3,\dots,N$ ，如此則

$$\sum_{i=1}^N W_i = 1, \text{ 而且 } V_0 = \sum_{i=1}^N X_i = \sum_{i=1}^N W_i V_0。$$

假設第 i 項資產之報酬率為 R_i ，則該部門所管理之總資金 V_0 在 N 項資產間作配置所構建的投資組合之報酬率 R_p 將為

$$R_p = \sum_{i=1}^N W_i R_i$$

R_p 之總變異數風險為

$$\begin{aligned} \text{Var} (R_p) &= \mathbf{s}_p^2 = \text{Var} \left(\sum_{i=1}^N W_i R_i \right) \\ &= \sum_{i=1}^N W_i^2 \mathbf{s}_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N W_i W_j \mathbf{s}_{ij} \end{aligned}$$

且 R_p 之總風險值 VaR_p 依據定義可寫為

$$VaR_p = -F_a \times \mathbf{s}_p \times V_0$$

其中 F_a 為 R_p 機率分配之 $100 \times \alpha$ 百分位數。

令 R_p 之總變異數風險 s_p^2 對第 i 項資產配置比率 W_i 之敏感度為：

$$\begin{aligned}\frac{\partial s_p^2}{\partial W_i} &= \frac{\partial}{\partial W_i} \left[\sum_{i=1}^N W_i^2 s_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N W_i W_j s_{ij} \right] \\ &= 2s_{ip} \quad \text{註-}\end{aligned}$$

又依據鏈鎖法則 (Chain Rule), $\frac{\partial s_p^2}{\partial W_i}$ 可寫為

$$\frac{\partial s_p^2}{\partial W_i} = 2s_p \times \frac{\partial s_p}{\partial W_i}$$

由上述二個式子推導可知 $\frac{\partial s_p}{\partial W_i}$ 等於 $\frac{s_{ip}}{s_p}$, 即

$$\frac{\partial s_p}{\partial W_i} = \frac{s_{ip}}{s_p}$$

定義 $VaR_b_i = \frac{s_{ip}}{2s_p}$, 代表 R_p 中第 i 項資產之變異相對於 R_p 總變異 s_p^2 之幅

度, 則

$$\frac{\partial s_p}{\partial W_i} = \frac{s_{ip}}{s_p} = VaR_b_i \times s_p \quad (3.24)$$

依據 VaR 之理論架構, 投資組合 R_p 總風險值 VaR_p 中, 個別資產之邊際貢獻為元件風險值 (Component VaR, 簡稱 $CVaR$), 則第 i 項資產對於投資組合總風險值之貢獻度 (以金額表示) $CVaR_i$ 為

$$CVaR_i = \frac{\partial VaR_p}{\partial W_i} \times W_i \quad (3.25)$$

$CVaR_i$ 之財務意義為第 i 項資產在投資組合中所佔的比率 W_i 對於投資組合總風險值 VaR_p 之貢獻額度, 其恰等於「每一單位 W_i 對 VaR_p 貢獻率」乘以「第 i 項資產之配置比率 W_i 」。個別資產之 $CVaR_i$ 之總和, 恰等於投資組合總風險值

VaR_p , 即

$$\sum_{i=1}^N CVaR_i = VaR_p \text{ 註二} \quad (3.26)$$

上式所表達之財務意義，即為投資組合 R_p 之總風險值 VaR_p 中，第 i 項資產之風險值邊際貢獻額度為 $CVaR_i$ ，且 $CVaR_i$ ($i=1,2,\dots,N$) 之總和為 VaR_p 。由上述 (3.2) 式程及 (3.3) 式，可以將 VaR_p 改寫為

$$\begin{aligned} VaR_p &= \sum_{i=1}^N CVaR_i \\ &= \sum_{i=1}^N (VaR_{-b_i} \times W_i) \times VaR_p \text{ 註三} \end{aligned} \quad (3.27)$$

其中

$$\begin{aligned} \frac{\partial VaR_p}{\partial W_i} &= \frac{\partial (F_a \times \mathbf{s}_p \times V_0)}{\partial W_i} \\ &= VaR_{-b_i} \times VaR_p \text{ 註四} \end{aligned} \quad (3.28)$$

由上式可知

$$\sum_{i=1}^N (VaR_{-b_i} \times W_i) = 1 \quad (3.29)$$

3.11.2 風險報告書

由 3.11.1 節之說明可知，投資組合 R_p 之總風險值 VaR_p 可以分解為個別元件風險值之加總，即

$$VaR_p = \sum_{i=1}^N CVaR_i = \sum_{i=1}^N (VaR_{-b_i} \times W_i) \times VaR_p$$

其中 $CVaR_i = \frac{\partial VaR_p}{\partial W_i} \times W_i$ ，以矩陣表示之可以寫成下式：

$$CVaR_{N \times 1} = \begin{bmatrix} CVaR_1 \\ CVaR_2 \\ \vdots \\ CVaR_N \end{bmatrix}_{N \times 1} = \begin{bmatrix} \Sigma W \\ W \Sigma W \end{bmatrix}_{N \times 1} \# \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_N \end{bmatrix}_{N \times 1} \times VaR_p$$

其中「#」指矩陣或向量內元素對元素相乘(elementwise multiplication)， $\Sigma (N \times N)$ 為 N 項資產報酬率之共變異數矩陣， $W_{N \times 1}$ 為資產配置比率向量。

綜合證券商之風險報告書可依據上述關係式完成之，下表為一綜合證券商之風險報告書格式。

表 3.13 綜合證券商風險報告書格式

編號	資產類別		投資比重 wi	個別風險值 VaRi	風險邊際貢獻 VaR _{βi} × wi (%)	元件風險值 CVaRi
1	股票	上市				
2		上櫃				
3		上櫃二類				
4		包銷				
5		管理				
6		認購權證				
7		避險部位				
8		興櫃				
9	受益憑證					
10	包銷契約					
11	短期票券					
12	外匯存款					
13	期貨					
14	選擇權					
15	權證(未避險)					
16	債券	公債				
17		公司債				
18		可轉換公司債				
19		附買回債券				
20	交換	利率				
21		資產交換				
22	外國證券					
	Total		100%		100%	$\sum_{i=1}^N CVaRi = VaR_p$

註一：

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \mathbf{s}_p^2}{\partial W_i} &= \frac{\partial}{\partial W_i} \left[\sum_{i=1}^N W_i^2 \mathbf{s}_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N W_i W_j \mathbf{s}_{ij} \right] \\
&= 2W_i \mathbf{s}_i^2 + 2 \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N W_j \mathbf{s}_{ij} \\
&= 2Cov \left(R_i, \sum_{i=1}^N W_i R_i \right) \\
&= 2Cov(R_i, R_p) \\
&= 2\mathbf{s}_{ip}
\end{aligned}$$

註二：

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^N CVaR_i &= \sum_{i=1}^N \frac{\partial VaR_p}{\partial W_i} \times W_i \\
&= \sum_{i=1}^N \frac{\partial (Z_a \times \mathbf{s}_p \times V_0)}{\partial W_i} \times W_i \\
&= \sum_{i=1}^N Z_a \times V_0 \times \frac{\partial \mathbf{s}_p}{\partial W_i} \times W_i \\
&= \sum_{i=1}^N Z_a \times V_0 \times \frac{\mathbf{s}_{ip}}{\mathbf{s}_p} \times W_i \\
&= \sum_{i=1}^N (Z_a \times V_0 \times \mathbf{s}_p) \times \frac{W_i \times \mathbf{s}_{ip}}{\mathbf{s}_p^2} \\
&= VaR_p \left\{ \left[\sum_{i=1}^N W_i \times Cov(R_i, R_p) \right] \frac{1}{\mathbf{s}_p^2} \right\} \\
&= VaR_p \left\{ \left[\sum_{i=1}^N Cov(W_i R_i, R_p) \right] \frac{1}{\mathbf{s}_p^2} \right\} \\
&= VaR_p \left[Cov \left(\sum_{i=1}^N W_i R_i, R_p \right) \right] \times \frac{1}{\mathbf{s}_p}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= VaR_p \times \mathbf{s}_p^2 \times \frac{1}{\mathbf{s}_p^2} \\
&= VaR_p
\end{aligned}$$

註三：

$$\begin{aligned}
VaR_p &= \sum_{i=1}^N CVaR_i \\
&= \sum_{i=1}^N \frac{\partial VaR_p}{\partial W_i} \times W_i \\
&= \sum_{i=1}^N (VaR_{-b_i} \times VaR_p) \times W_i \\
&= \sum_{i=1}^N (VaR_{-b_i} \times W_i) \times VaR_p
\end{aligned}$$

註四：

$$\begin{aligned}
\frac{\partial VaR_p}{\partial W_i} &= \frac{\partial (F_a \times \mathbf{s}_p \times V_0)}{\partial W_i} \\
&= F_a \times V_0 \times \frac{\partial \mathbf{s}_p}{\partial W_i} \\
&= F_a \times V_0 \times VaR_{-b_i} \times \mathbf{s}_p \\
&= VaR_{-b_i} \times VaR_p
\end{aligned}$$

第三章附錄一 指數加權移動平均波動性估計模型之衰退參數 λ 的選擇程序

步驟一

利用均方誤差法(Root Mean Squared Errors , RMSE) 算出個別資產最佳

$$RMSE_v = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [r_{i,t+1}^2 - \hat{s}_{i,t+1|t}^2(\mathbf{I})]^2} \quad (\text{variance})$$

$$RMSE_c = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [r_{i,t+1} \cdot r_{j,t+1} - \hat{s}_{ij,t+1|t}^2(\mathbf{I})]^2} \quad (\text{covariance})$$

理論上若有一 同時使 $RMSE_v$ 和 $RMSE_c$ 最小，則此 當然是該資產最佳的衰退因子。若 不能同時使 $RMSE_v$ 和 $RMSE_c$ 最小，J.P Morgan 選擇使 $RMSE_v$ 最小的 為最佳衰退因子。

步驟二

利用最大概似法(Maximum Likelihood , LKHD) 算出個別資產最佳 ，假設報酬率是常態分配，第 t 天報酬率的機率密度函數可以寫成如下：

$$f(r_t | \mathbf{I}) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi s_{t|t-1}(\mathbf{I})}} \right) e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{r_t^2}{s_{t|t-1}(\mathbf{I})} \right)}$$

則過去一段期間報酬率之最大概似函數為：

$$f(r_1, \dots, r_T | \mathbf{I}) = \left\{ \prod_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi s_{t|t-1}(\mathbf{I})}} \right) e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{r_t^2}{s_{t|t-1}(\mathbf{I})} \right)} \right\}$$

能夠使最大概似函數有最大值之 即為最佳的衰退因子。為便於計算，通常會對上式取對數，所以只要找出一 使下式最小即可。

$$LKHD_v = \sum_{t=1}^T \left\{ \ln \left[\mathbf{s}_{t|t-1}(\mathbf{I}) + \frac{I}{2} \left(\frac{r_t^2}{\mathbf{s}_{t|t-1}^2(\mathbf{I})} \right) \right] \right\}$$

RMSE 與 LKHD 兩法之差別在於 LKHD 假設報酬率為條件常態分配。而 RMSE 並沒有引入任何的假設。上式之結果，即 IGARCH (1,1) 之估計。關於利用 IGARCH (1,1) 模型估計個別股票之 \hat{I}_i ，可利用所附程式估計之。

在 J.P Morgan 的 RiskMetrics 技術文件中，針對全球多種資產之實證，建議投資組合持有期為 1 天時，使用 $I = 0.94$ ，若持有期間為一個月期則使用 $I = 0.97$ 。

第三章附錄二 Cholesky 分解法

使用 Cholesky 分解法的前提為：變異數-共變異數矩陣須為正限定矩陣。不同的資產報酬率間存在著相關性 (correlation)，若不同的資產價格隨機行程 $\{S_{it}\}_{i=1}^N$ 間的相關係數矩陣為 \mathbf{r} ，即

$$\Delta S_{i,t+\Delta t} = u_i S_{it} \Delta t + \mathbf{s}_i S_{it} \mathbf{e}_{it} \sqrt{\Delta t}$$

$$\mathbf{e}_{it} \stackrel{i.i.d.}{\sim} N(0, I), i = 1, 2, \dots, N$$

$$\text{Corr}(\{\mathbf{e}_{it}\}_{i=1}^N) = E(\mathbf{e}\mathbf{e}') = \mathbf{r}$$

$$\mathbf{e} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_{1t} \\ \mathbf{e}_{2t} \\ \vdots \\ \mathbf{e}_{Nt} \end{bmatrix}_{N \times 1}$$

則利用個別資產價格 S_{it} 的隨機行程進行模擬，由於電腦亂數產生器先天預設的獨立性，因此模擬結果並無法符合原先資產價格的相關結構，在此種情形

下，可將電腦亂數產生器產生的隨機亂數視為 $e_i^*, i = 1, 2, \dots, N$ ，雖然 e_i^* 間為隨機無關，即 $E(e^* e^{*'}) = I$ ，利用原相關係數矩陣 r 的 Cholesky 分解 $r = TT'$ ， T 為下三角矩陣， T' 為 T 之轉置矩陣（上三角矩陣），將 e^* 透過 T 之前乘，即 Te^* ，則 Te^* 矩陣之相關係數可被證明為 r ，即

$$\text{Corr}(Te^*) = E(Te^* e^{*'} T') = TE(e^* e^{*'})T' = TIT' = TT' = r$$

由上述 Cholesky 分解與變數變換之過程，可知若令 $e = Te^*$ ，則 e 將能充分掌握原先資產報酬率間的相關係數 r ，而反映出真實資產報酬率間的相關結構。

第四章 建立以 VaR 為基礎之風險資源規劃 與資產配置模型

本研究第二章比較美國證券商、日本證券商及我國證券商之自有資本適足比率規範，對於我國綜合證券商建立內部風險值模型來估計市場風險約當金額之作法清楚定位。第三章則從 BIS 對於銀行自有資本適足比率規範之世界性標準，篩選適當之金融機構內部風險值模型，作為我國證券商建立風險性資產內部風險值模型之參考。本章將於 4.1 節進一步提出證券商內部 VaR 模型之主要架構，及證券商利用內部 VaR 模型法建立風險控管制度之作法，說明內部 VaR 模型如何在證券商組織架構各部門間運作；4.2 節則提出證券商自有資本適足規範中納入 VaR 內部模型法之建議作法；4.3 節分析國際證券管理協會（IOSCO）對證券商經營之各種風險的定義及其與證券商自有資本適足規範之關聯性；4.4 節說明證券商如何利用內部 VaR 為基礎進行風險資源規劃（risk budgeting）；4.5 節剖析如何利用 VaR 為基礎構建資產配置模型；4.6 節概論綜合券商 VaR 資產配置系統之資訊架構芻議。

4.1 證券商利用內部VaR模型法建立風險控管制度之作法

本研究建議證券商利用 VaR 內部模型法建立風險控管制度之作法，除了參考 2.5 節我國證券商自有資本適足比率規範未來修訂之可行方向，及 3.1 節 VaR 在證券商自有資本適足比率規範中之定位（圖 3.2）外，應在 VaR 內部模型法中加入回溯測試及壓力測試，經過回溯測試及壓力測試之檢驗後，方才選擇適當的 VaR 模型參數及取樣樣本大小，並估算出以內部模型法計算之市場風險約當金額。關於證券商自有資本適足性之 VaR 內部模型法中加入回溯測試及壓力測試的流程，整理如圖 4.1。

證券商 VaR 內部模型之應用，最基礎的部份是提供風險揭露與報告(reporting risk) 之功能。VaR 風險報告書可向董事會、管理階層提供風險暴露之資訊，亦可滿足主管機關對證券商自有資本適足性報表之要求。VaR 內部模型之風險揭露與報告功能，屬風險管理系統中之被動功能 (passive function)。進一步地，證券商可以透過部門經理人會議，協商各營業部門之風險值上限限制 (risklimits)，作適當的風險資源規劃 (risk budgeting)，並由風險管理部監管各營業部門之市場風險暴露，及適時提出警訊 (4.4 節有進一步之說明)。關於此種運用 VaR 內部模型管制風險暴露之運作，屬於風險管理系統中之防禦功能 (defensive function)。「稽核部」與「風險管理部」在職能上之劃分，應是「稽核部」查核各事業部門操作程序之正義性，當然風險管理部亦應接受查核；而關於各營業部門持有風險性資產之風險暴露值，則應由「風險管理部門」予以專業監管 (證券商之部門別組織架構圖參閱圖 4.2)。

最後，證券商可以進一步利用 VaR 內部模型，由總經理室進行績效評估，資金配置及訂定策略性資產配置決策，此為 VaR 內部模型在風險管理系統中所扮演的主動功能 (active function)。

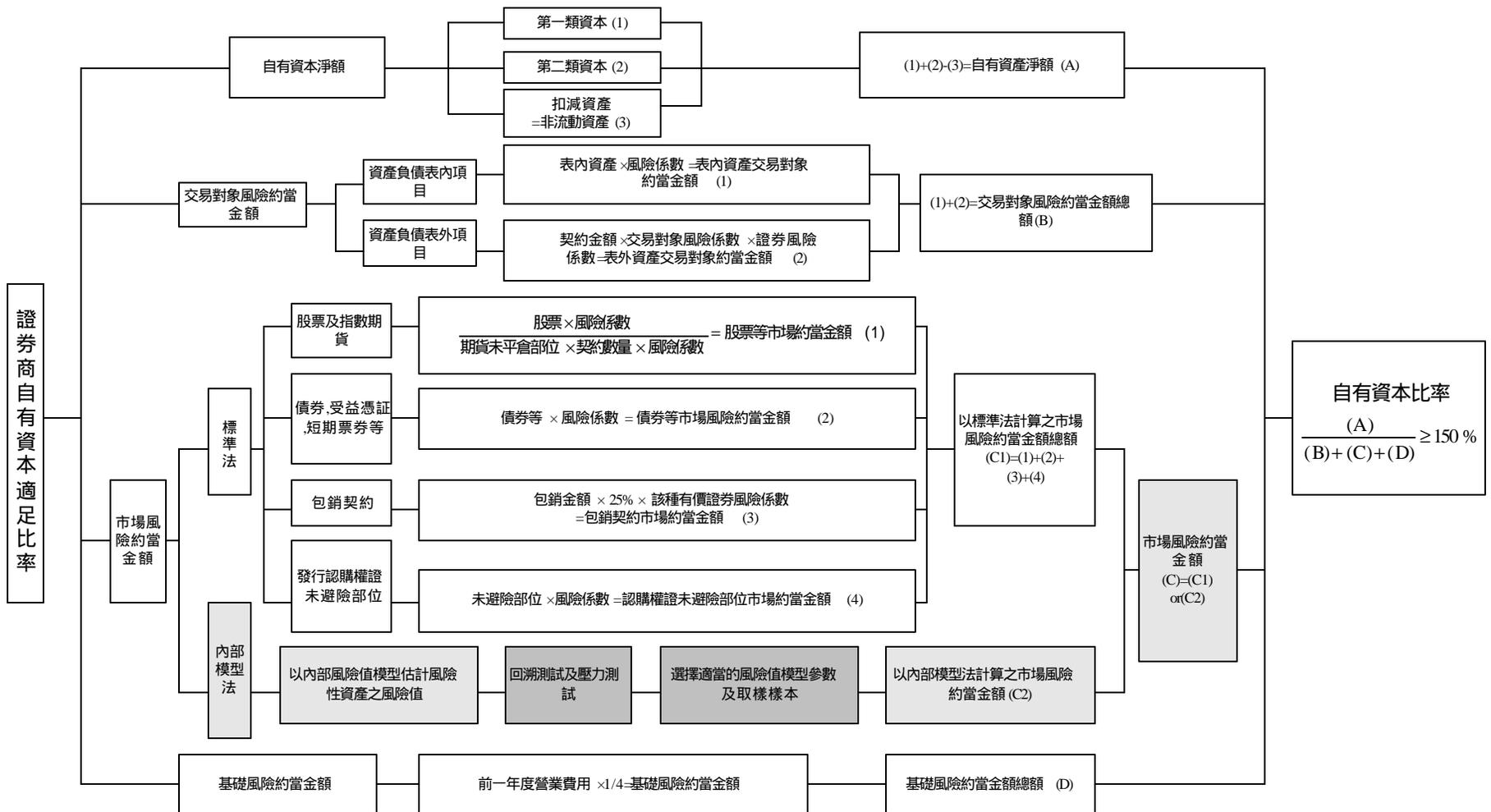


圖 4.1 加入回溯測試及壓力測試於內部模型法之證券商自有資本適足

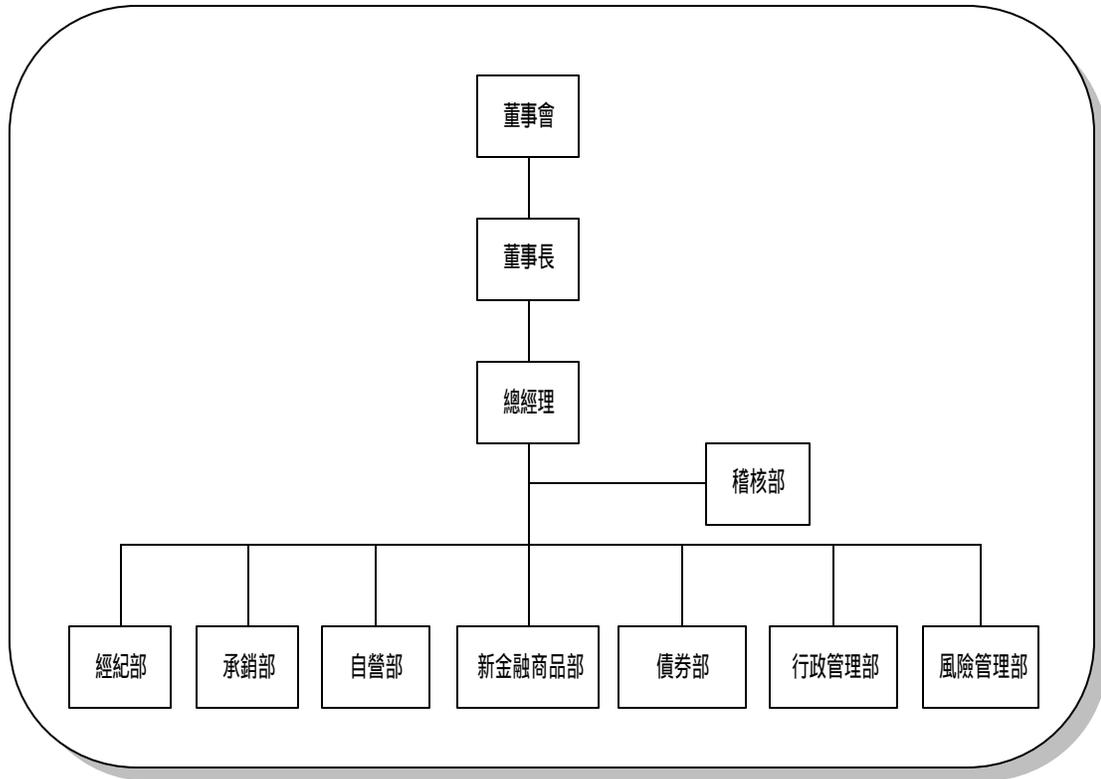


圖 4.2 綜合證券商之部門別組織架構圖

關於證券商 VaR 內部模型在風險管理系統中的被動 (passive)、防禦 (defensive) 及主動 (active) 功能，可彙整如圖 4.3 之證券商 VaR 內部模型三階段功能圖。

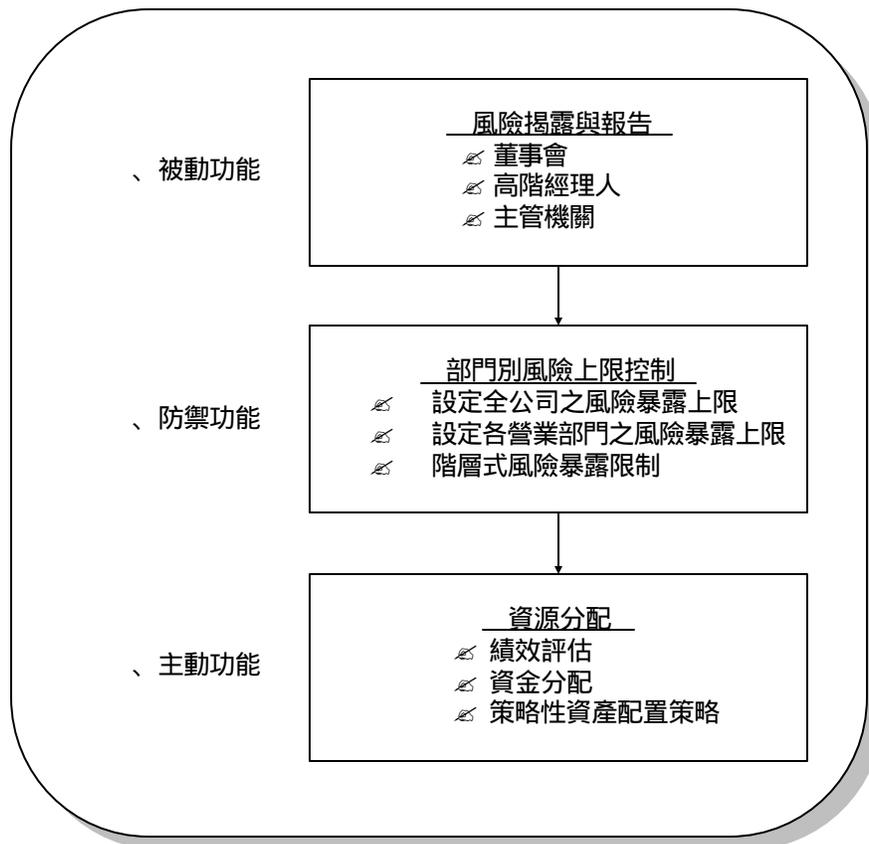


圖 4.3 證券商 VaR 內部模型三階段功能圖

4.2 證券商自有資本適足規範中納入VaR內部模型法 之建議作法

參酌整理第二章日本證券商第二次自有資本適足性之相關規定，及美國證券商自有資本適足性規範，配合第三章所整理的國際上慣用之 VaR 估計模型，本節將提出「在證券商自有資本適足性規範中納入 VaR 內部模型法之建議作法」，以作為日後主管機關在核准證券商 VaR 內部模型法作法上之考量。這些具體的建議作法包括：4.2.1 市場風險約當金額內容及計算方法；4.2.2 運用 VaR 內部管理模型計算市場風險約當金額；4.2.3 主管機關認定 VaR 內部管理模型之相關配套規定；4.2.4 VaR 內部管理模型認可申請書之提出；4.2.5 主管機關認可證券商 VaR 內部管理模型之審核標準；4.2.6 主管機關取消證券商原有使用 VaR 內部管理模型之標準。

4.2.1 市場風險約當金額內容及計算方法

隨著我國金融市場之進一步國際化與自由化，開放證券商操作更多樣化的衍生性金融商品相關業務，為提昇國內證券商競爭力之具體作法。主管機關首要作法為將證券商操作各種金融商品業務中，市場風險約當金額之資訊充分掌握，以下為本研究建議考量之市場風險種類及其計算方法。

1.內容

市場風險種類計四種：

- (1) 股票風險：指券商持有股票及相關衍生性金融商品部位之價格變動而產生之風險。

- (2) 利率風險：指券商持有債券及相關衍生性金融商品部位之價格變動而產生之風險。
- (3) 外匯風險：指券商持有外匯及相關衍生性金融商品部位之價格變動而產生之風險。
- (4) 商品風險：指券商持有石油、貴金屬、農林水產品及相關衍生性金融商品部位之價格變動而產生之風險。

2.計算方法

當證券商選擇採用 VaR 內部管理模型方式時，可依以下兩種方式計算其市場風險約當金額。

- (1) 業務種類別
- (2) 個別風險及一般市場風險

4.2.2 運用 VaR 內部管理模型計算市場風險約當金額

1. 運用 VaR 內部管理模型方式計算市場風險約當金額，係指乘上風險值之乘數（依表 4.1 所列超過次數之區分，乘以規定乘數。以下同）所得之金額。
2. 前款之「失敗次數」，指計算包括基準日在內之最近二百五十個營業日之每一營業日之損益（指實際發生之損益或資產配置固定下預期損益），並統計其每日損失額（以使用持有期間為一日之風險估計模型算出）超過營業日別風險值之次數者。惟該次數在五次以上十次以下時，若認為超過次數乃由市場特殊原因所致時，則可自該次數中扣除。

表 4.1 「失敗次數」與風險乘數對應表

超過次數	乘數
0	3.00
1	3.00
2	3.00
3	3.00
4	3.00
5	3.40
6	3.50
7	3.65
8	3.75
9	3.85
10 以上	4.00

4.2.3 主管機關認定 VaR 內部管理模型之相關配套規定

證券商申請使用內部模型法，應向主管機關申請認可，而相關之配套規定為：

1. 證券商申請使用內部 VaR 管理模型方式時，應經主管機關之認可。
2. 前款之認可包括以下二種。
 - (1) 計算一般市場風險約當金額之內部 VaR 管理模型。
 - (2) 計算一般市場風險約當金額中個別風險約當金額之內部 VaR 管理模型。
3. 依前款第二項認可，採用內部管理模型之證券商，可以不區分一般市場風險與個別風險，而就整體之觀點計算出市場風險約當金額。

4.2.4 VaR 內部管理模型認可申請書之提出

1. 證券公司依 4.2.3 節規定申請 VaR 內部模型之認可時，應填具記載下列事項之認可申請書向主管機關提出申請。
 - (1) 商號
 - (2) 登記年月日及登記號碼
 - (3) 管理自有資本比率負責人之姓名及職銜
 - (4) 計算市場風險約當金額之部門名稱及組織體制
 - (5) 內部管理模型方式之內容
2. 前項之認可申請書應檢附下列書類。
 - (1) 前款第三項規定負責人之履歷表
 - (2) 有關內部管理模型方式之行內規定。

4.2.5 主管機關認可證券商 VaR 內部管理模型之審核標準

1. 主管機關依 4.2.3 節進行認可時，應就是否符合下列基準進行審查：
 - (1) 該證券公司是否符合定性基準。
 - (2) 該證券公司之風險值（VaR）計算方法，是否符合定量基準。
 - (3) 根據主管機關規定就「標準模型」與「內部管理模型」方式，擇一計算市場風險約當金額之正當理由。
2. 前款第一項之「定性基準」如下所列：
 - (1) 風險管理過程之設計與運作之責任部門（以下稱「風險管理部門」）之設置，是否自市場風險約當金額計算對象之交易部門中獨立，按每一營業日分析市場風險約當金額，且就該分析結果作成相關報告。

- (2) 風險管理部門應就過去之市場風險約當金額之計算方法為適切合理之說明，並保存其資料。
- (3) 風險管理部門定期作回溯測試(back test)及壓力測試(stress test)，並就實施手續、結果及其對策作成書類。
- (4) 透過回溯測試(back test)及壓力測試(stress test)，因應需求，改善風險值計算方式之體制。
- (5) 董事會成員（董事或監察人）應積極參與風險管理之程序，並承擔責任。
- (6) 風險估計模型應與常用之風險管理方法密切結合，且應將基本資料向董事會成員提出報告。
- (7) 風險估計模型之運作過程中，有關內部方針、管理及手續之規定應先行確立，就其內容作成書類，並確立遵循之方針。
- (8) 風險估計之過程，應配合內部查核同時進行，原則上六個月進行一次，且一年進行一次以上之外部查核。
- (9) 有關風險估計模型是否符合定量基準，一年需接受一次以上之外部查核。

3. 第一款第二項「定量基準」如下所列：

- (1) 信賴區間 99%，有價證券等之持有期間在十個營業日以上。惟以持有期間少於十個營業日計算時，其風險值依下列公式換算，即可視為以持有期間在十個營業日計出之數值。

$$\text{VaR}(t) \times \sqrt{\frac{10}{t}}$$

VaR (t): 持有期間為 t 個營業日所估算之風險值，t < 10

- (2) 歷史資料之觀測期間須達一年以上，三個月內須更新一次以上。又如以歷史資料之各數值乘以權數時，則各數值之估計日迄計算基準日止乘以風險權數之期間平均在六個月以上。
- (3) 股票風險約當金額在估計時，依國別估計。

- (4) 利率風險約當金額在估計時，原則上依通貨別合理區分期間作成殖利率曲線（指公債之殖利率與到期期間關係之曲線），以供使用。
 - (5) 外匯風險約當金額在估計時，原則上依通貨（含黃金）別估計。
 - (6) 估計商品風險約當金額時，在依商品別估計之同時，若與其他商品等進行抵銷，對於該商品間之相關關係應能適切掌握。
 - (7) 有關選擇權交易之風險，於依風險種類別估計之同時，亦應對選擇權特有之風險(Delta, Gamma, Vega 等風險)加以估計。
 - (8) 股票、利率、外匯及商品之各風險種類間依歷史資料之相關係數估計部位間之風險抵銷時，應就該抵銷作成合理說明之書類，並予以保存。惟有關歷史資料之取樣應每月更新一次以上，並修正其相關係數。
4. 主管機關對 4.2.3 節第二款第二項進行認可時，應另就第一款各項所列基準，是否適合下列基準進行審查。
- (1) 以合理方法，自一般市場風險及個別風險估計出市場風險約當金額。
 - (2) 對其資產組合有關過去之價格變動，自一般市場風險及個別風險觀點進行說明。
 - (3) 包括風險集中度在內之自有資產組合結構，對於市場全體風險結構影響之掌握。
 - (4) 流動性低、市場情況惡化時對於市場全體風險影響之掌握。
 - (5) 個案風險（指個別風險中有例外事態發生時所產生之風險）經常進行合理分析。

4.2.6 主管機關取消證券商原有使用 VaR 內部管理模型之標準

1. 依 4.2.3 節認可之證券公司，如有下列各項情事，不得延誤，應立即向主管機關提出申請：
 - (1) 風險值計算方法修訂時。
 - (2) 失敗次數（指 4.2.2 節第二款條文規定之回溯測試失敗次數）在四次以上時。
2. 依 4.2.3 節經認可之證券公司，其失敗次數在五次以上時，應立即將原申請書，檢附分析失敗次數在五次以上原因之書類，向主管機關提出說明。
3. 主管機關對依 4.2.3 節認可之證券公司，其失敗次數在十次以上者，經研判該證券公司使用內部管理模型方式計算市場風險約當金額為不適當時，可將該證券公司依 4.2.3 節之認可予以取銷。
4. 不拘於前款規定，依 4.2.2 節第二項規定，其失敗次數在二十次以上時，則原有之認可自動失去效力。

4.3 國際證券管理協會（IOSCO）對證券商經營之各種風險的定義及其與證券商自有資本適足規範之關聯性

國際證券管理協會（International Organization of Securities Commissions, IOSCO）在 1998 年對證券商經營之風險種類分為「市場風險、流動性風險、信用風險、營運風險、法律風險及系統風險」等六項，儘管我國證券商經營業務範圍及資金運用範圍未若國際性綜合證券商或投資銀行般廣泛及多元性，惟此六項風險亦同樣為我國證券商所可能面臨之風險。本節就我國證券商所面臨之各種風險將相關文獻整理並加以定義，簡略分述如下：

1. 市場風險（market risk）

係指證券商之投資部位因市場價格波動，造成持有投資部位發生可能損失或無法達到預期獲利水準之風險。依我國證券商之自有資金可投資或運用之範圍規定計有下列項目²²。其中除營業用之不動產與市場風險較無攸關外，其餘項目皆與市場風險具有相當關連性：

- ? 政府債券。
- ? 金融債券。
- ? 國庫券。
- ? 可轉讓之銀行定期存單。
- ? 商業票據或其他經財政部核定之短期票券。
- ? 國內上市股票。
- ? 國內上市公司債。
- ? 國內台股指數期貨契約。
- ? 證券投資信託基金受益憑證。
- ? 營業用之不動產。

²² 我國證券商自有資金可運用之範圍，依證券商管理規則之相關規定認定之，

2. 流動性風險 (liquidity risk)

係指證券商所持有之資產或投資部位無法以當時合理之市場價格迅速了結、避險或對沖結清之風險，或者即使可以迅速了結，也必須以相差於市價極大之差額執行(指市場流動性不足，價格相差極大)，市場流動性風險是屬於市場風險中極端的特例之一，因此其資本與風險管理與之前的市場風險所扮演之角色相同。

3. 信用風險 (credit risk)

信用風險可區分為二部分，一是交易對手違約風險，二是資產信用等級發生未預期改變所引發之風險。交易對手違約風險係指證券商持有契約或部位之交易對方無法履行其應有義務之違約風險，亦稱之為交易對象風險。內部風險之管理活動，包括對交易對手作徵信與監視、限制風險集中度，或要求交易對手提供擔保品等措施以降低風險，而對其作資本規範之主要目的，也就是在於對抗前述內部管理活動後所剩餘之信用風險，以預防企業淨值受到侵蝕。信用等級發生未預期改變之風險，係指公司債或其他與信用評等攸關的證券，因發行公司信用等級發生未預期改變，所引發的證券價格波動之風險。

4. 操作風險 (operational risk)

係指證券商內部人員在交易過程中，管理系統及控制系統失效所引發之損失風險，又稱之為營運風險或基礎風險。在 2001 年 1 月巴塞爾銀行監理委員會公布「新版巴塞爾資本協定」草案²³，對操作風險所採用之定義為：「直接或間接導因於不適當或失敗的內部程序、人員和系統或者由外部事件而來的損失。」。在現行之協定僅含蓄地提到銀行針對此類風險，訂定最低資本要求率，未有公認之資本用以緩衝並彌補未量化的風險損失。操作風險事實上很難以標準量化模式

²³ 本草案(新版巴塞爾資本協定)預定於 2002 年初定案，並於 2005 年開始實施。

來衡量，以現行證券商資本適足率規定，對操作風險亦僅採去年度營業費用之25%為概略估算標準。

以我國證券商而言，其操作風險可能發生於交易過程之管理系統及控制失效而產生之損失，所謂控制失效的情況包括：前臺交易超過認可之限額、執行未被授權的交易，或者是後臺交易帳冊紀錄及內部會計控制不當，人員的經驗不足及電腦系統被侵入等。此外，證券商內部人員逕將「客戶證券專戶」帳戶內款項挪用、盜領，或者內部人利用錯帳專戶隱蔽個人交易損失，均將導致證券商蒙受損失。

5. 法律風險（legal risk）

係指交易契約因規範及法律意見不足，延伸法律解釋，或者是業務行為偏差，致使證券商對另一方無法執行契約，而導致損失之風險。包括契約本身無法執行或者是交易對手之越權行為。換言之，法律風險包括可能是契約本身及存在不合法性，以及契約當事人未具有適當之職權。對此類風險之最佳管理模式乃採行適當之法律及其他遵行規範之內部控制系統。而資本在法律風險中所扮演之角色也一如營運風險，因此規範資本亦有助於期貨商面臨未預期損失時有所緩衝²⁴。

6. 系統風險（systematic risk）

係指單一金融機構經營失敗、市場崩盤或結算系統出問題，經由整體市場觸發骨牌效應之風險。當發生系統風險時，將使得投資人或交易者對市場產生信心危機，並且使得市場極度缺乏流動性；也由於交易損失會很迅速地蔓延，甚至波及全球金融市場，而導致其他各交易對手之違約。因此對系統風險之主要控管方式是建立跨市場及跨風險之控管系統，近年來我國證券交易所、櫃檯買賣中心及期貨交易所也相互簽署通報機制，亦即對系統風險管理所需，證券商若能對前述

²⁴ 參見王姓，「證券商對市場風險之內部控管初探」。

之各類風險備有充分之資本準備，則發生系統風險之機率應可降低。

上述六種 IOSCO 定義的證券商經營風險中，「市場風險」是由證券報酬率波動、利率波動、匯率波動或標的資產報酬率波動所引發的資產報酬率變動之風險，在我國現行的證券商自有資本適足規範中由標準法設算之(依資產別風險權數設算)。「流動性風險」亦可部分由資產別風險權數加以估算。信用風險中關於「交易對手違約風險」在現行證券商自有資本適足規範中由「交易對手風險約當金額」加以設算；「信用等級改變之風險」在現行證券商自有資本適足規範中並未提出處理方式。「操作風險」部分則以去年營業費用之 25% 為概估，成為證券商之基礎風險約當金額。「法律風險」及「系統風險」在現行證券商自有資本適足規範中並未加以處理。

內部模型法之引進可以促使「市場風險」之估算突破現有同一資產類別風險係數均相同的問題，真實反應不同資產之風險特性，及資產與資產間之相關係數結構所引發的風險互抵，使得市場風險暴露得到更精確的衡量。此外，關於「資產信用等級改變」之價格變動風險，可參酌 J. P. Morgan 的 CreditMetrics™(1999) 之概念，在我國的信用評等體系建置完備後，嘗試將信用風險值(Credit at Risk) 內部模型化。

4.4 風險資源規劃(Risk Budgeting)

風險資源規劃係指風險性資產之風險衡量、投資組合風險之分解、風險承擔上限之分配及風險暴露之監控，由於 VaR 估計具有統計計量之基礎，且已成為風險性資產風險衡量之國際性標準之一，因此利用 VaR 作為風險資源規劃之根據，可順利地與資產配置策略相結合(Pearson, 2002)。

資產配置可視為資產的投資策略，其目的在於將資產投資於不同的投資工具上，以獲得最佳的報酬。故資產配置之目標，除了達到預定的報酬水準外，更必須控制投資部位的風險暴露程度(risk exposure)，惟有以總體風險的觀念來解析風險，層級式地規範不同資產類別之風險值上限(VaR limit hierarchy)，才能進一步監控所有投資部位所暴露的市場風險(Jorion, 2001)。

以下將此種層級式 VaR 限制條件作為資產配置決策中風險規劃之觀念，利用圖 4.4 加以說明。圖 4.4 所述之層級式 VaR 限制與規劃，係由證券商內部之高階經理人會議，共同訂定公司所能承擔之總風險額度(VaR_T^L)，爾後再由各部門協商公司內各個事業部能分配到的風險金額 ($VaR_i^L, i=1,2,\dots,M$)。各事業部依據所分配到的風險資源，再自行訂定該事業部在不同的 N 種資產類別之風險暴露上限 ($VaR_{ij}^L, i=1,2,\dots,M, j=1,2,\dots,N$)。

風險資源規劃後，證券商各事業部份在營運過程中所持有風險性資產部份之風險暴露，必須經常保持在部門別風險值限制內($VaR_i^L, i=1,2,\dots,M$)。當發生部門別之風險估計值超出風險值限制時，部門經理可依據該部門之風險報告書中各資產類別之風險值貢獻度，來調整持有部位之比例。當然，證券商之風險管理部門有責任監管各部門之風險暴露值，並隨時對風險暴露超出風險限制之部門提出警訊，並要求改善。

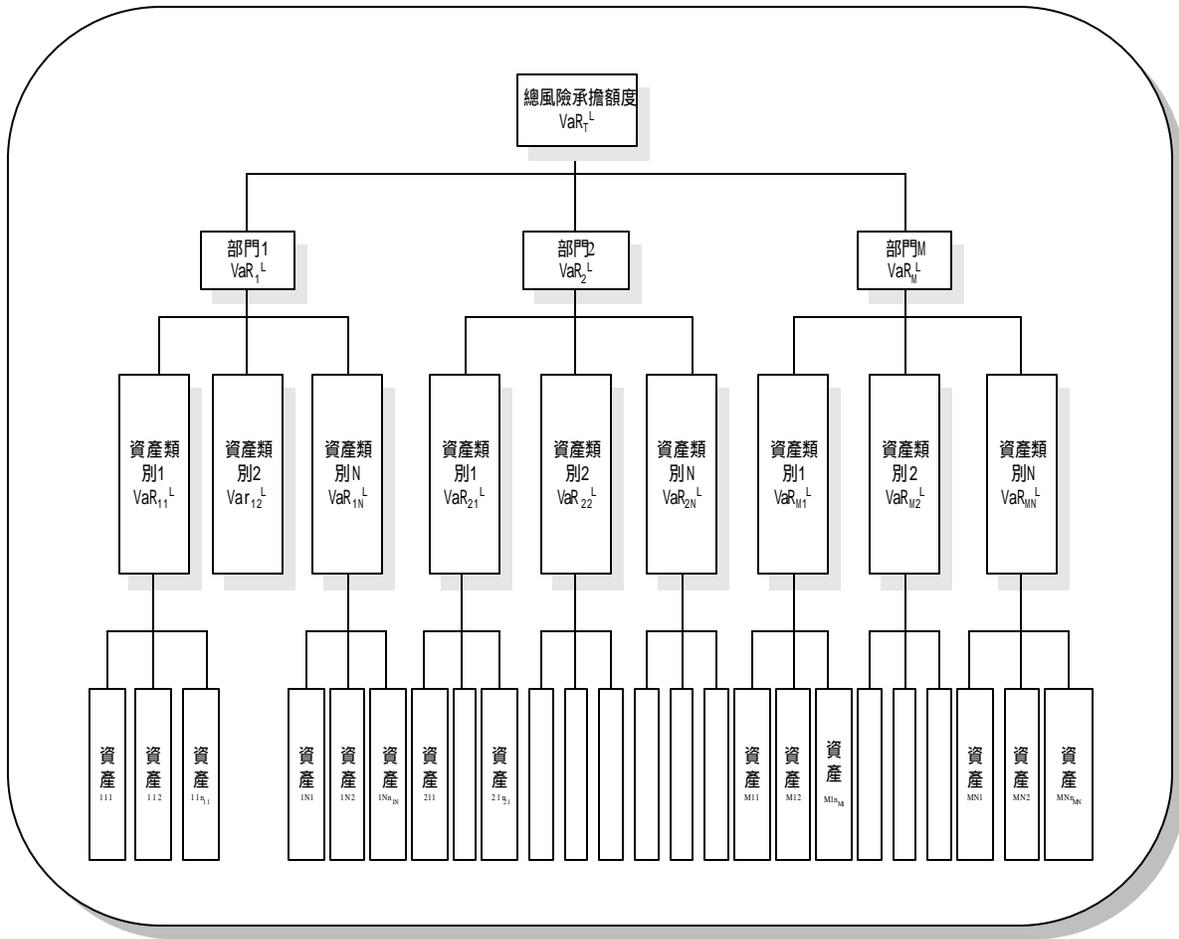


圖 4.4 層級式 VaR 限制條件下之風險規劃

4.5 VaR為基礎之資產配置策略

本節提出在 VaR 風險資源規劃下，證券商資產管理部門進行資產配置可以利用的模式。4.5.1 節說明投資組合總風險值與元件風險值，4.5.2 節說明各不同資產類別風險限制式之適當配置，4.5.3 節則提出平均數變異數架構下滿足 VaR 風險規劃之資產配置模式。

4.5.1 投資組合總風險值與元件風險值

首先假設證券商資產管理部門管理之總資金為 V_0 ，而該資金在第 i 項資產之配置金額為 X_i ， $i=1,2,3,\dots,N$ 。由以上設定可知

$$V_0 = X_1 + X_2 + \dots + X_N = \sum_{i=1}^N X_i$$

令 $W_i = \frac{X_i}{V_0}$ 為總資金 V_0 在第 i 項資產之配置比率， $i=1,2,3,\dots,N$ ，如此則

$$\sum_{i=1}^N W_i = 1, \text{ 而且 } V_0 = \sum_{i=1}^N X_i = \sum_{i=1}^N W_i V_0。$$

假設第 i 項資產之報酬率為 R_i ，則 V_0 在 N 項資產間作配置所構建之投資組合

之報酬率 R_p 將為 $R_p = \sum_{i=1}^N W_i R_i$ ， R_p 之總變異數風險為

$$\begin{aligned} \text{Var}(R_p) &= \sigma_p^2 = \text{Var}\left(\sum_{i=1}^N W_i R_i\right) \\ &= \sum_{i=1}^N W_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N W_i W_j \sigma_{ij}, \end{aligned}$$

且 R_p 之總風險值 VaR_p ，依據第三章之定義可寫為

$$VaR_p = -F_a \times \mathbf{s}_p \times V_0$$

其中 F_a 為 R_p 機率分配之 $100 \times \alpha$ 百分位數。

\mathbf{s}_p^2 對第 i 項資產配置比率 W_i 之敏感度為：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathbf{s}_p^2}{\partial W_i} &= \frac{\partial}{\partial W_i} \left[\sum_{i=1}^N W_i^2 \mathbf{s}_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N W_i W_j \mathbf{s}_{ij} \right] \\ &= 2\mathbf{s}_{ip} \end{aligned}$$

又依據鏈鎖法則 (Chain Rule), $\frac{\partial \mathbf{s}_p^2}{\partial W_i}$ 可寫為

$$\frac{\partial \mathbf{s}_p^2}{\partial W_i} = 2\mathbf{s}_p \times \frac{\partial \mathbf{s}_p}{\partial W_i}$$

由上述二個式子推導可知 $\frac{\partial \mathbf{s}_p}{\partial W_i}$ 為 $\frac{\partial \mathbf{s}_p}{\partial W_i} = \frac{\mathbf{s}_{ip}}{\mathbf{s}_p}$

定義 $VaR_b_i = \frac{\mathbf{s}_{ip}}{\mathbf{s}_p^2}$, 則

$$\frac{\partial \mathbf{s}_p}{\partial W_i} = \frac{\mathbf{s}_{ip}}{\mathbf{s}_p} = VaR_b_i \times \mathbf{s}_p \quad (4.1)$$

依據 VaR 之理論架構, 投資組合 R_p 總風險值 VaR_p 中, 個別資產之邊際貢獻為元件風險值 (Component VaR, 簡稱 CVaR), 則第 i 項資產對於投資組合總風險值之貢獻度 (以金額表示) $CVaR_i$ 為

$$CVaR_i = \frac{\partial VaR_p}{\partial W_i} \times W_i \quad (4.2)$$

$CVaR_i$ 之財務意義為第 i 項資產在投資組合中所佔的比率 W_i 對於投資組合總風險值 VaR_p 之貢獻額度, 其恰等於每一單位 W_i 對 VaR_p 貢獻率乘以第 i 項資產之配置比率 W_i 。個別資產之 $CVaR_i$ 之總和, 恰等於投資組合總風險值 VaR_p , 即

$$\sum_{i=1}^N CVaR_i = VaR_p \quad (4.3)$$

上式所表達之財務意義，即為投資組合 R_p 之總風險值 VaR_p 中，第 i 項資產之風險值邊際貢獻額度為 $CVaR_i$ ，且 $CVaR_i$ ($i=1,2,\dots,N$) 之總和為 VaR_p 。由上述 (4.2) 式及 (4.3) 式，可以將 VaR_p 改寫為

$$\begin{aligned} VaR_p &= \sum_{i=1}^N CVaR_i \\ &= \sum_{i=1}^N (VaR_{-} \mathbf{b}_i \times W_i) \times VaR_p \end{aligned} \quad (4.4)$$

其中

$$\begin{aligned} \frac{\partial VaR_p}{\partial W_i} &= \frac{\partial (F_a \times \mathbf{s}_p \times V_0)}{\partial W_i} \\ &= VaR_{-} \mathbf{b}_i \times VaR_p \end{aligned} \quad (4.5)$$

由上式可知

$$\sum_{i=1}^N (VaR_{-} \mathbf{b}_i \times W_i) = 1 \quad (4.6)$$

4.5.2 資產風險值限制之處理

資產配置模式不僅應審思資金如何在各種資產間分配，更須以整體投資組合風險層級與風險規劃之觀點視之，因此利用投資組合元件風險值(Component VaR，以下簡稱 CVaR)的觀念，資產之間的相關結構與風險對沖效果可以納入投資組合總 VaR 中，以構建符合前述層級式資產風險規劃之資產配置模型。

$$CVaR_i = VaR_{-} \mathbf{b}_i \times w_i \times VaR_p \leq VaR_i^L$$

$CVaR_i$ ：第 i 項資產在投資組合總風險值中的邊際貢獻額，即元件風險值。

VaR_i^L ：第 i 項資產元件風險值之限制金額

若將上述模型構建以矩陣方式表示，則

$$VaR_p = -F_a \times \mathbf{s}_p \times V_0$$

而元件風險值限制可寫為

$$VaR_Limit = \begin{bmatrix} VaR_b^L \\ VaR_1^L \\ \vdots \\ VaR_N^L \end{bmatrix}_{(N+1) \times 1}$$

將上式以矩陣方式表示，可寫為

$$CVaR = \begin{bmatrix} CVaR_{s1} \\ CVaR_{s2} \\ \vdots \\ CVaR_{sN} \end{bmatrix}_{N \times 1} = \begin{bmatrix} \Sigma W \\ W \Sigma W \end{bmatrix}_{N \times 1} \# \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix}_{N \times 1} \times VaR_p$$

元件風險值限制式可進一步用矩陣表示之：

$$CVaR = \begin{bmatrix} \Sigma W \\ W \Sigma W \end{bmatrix}_{N \times 1} \# \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix}_{N \times 1} \times VaR_p \leq \begin{bmatrix} VaR_1^L \\ \vdots \\ VaR_N^L \end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (4.7)$$

式(4.7)的觀念在於控制投資組合中個別資產元件風險值暴露之上限，而非以個別資產風險觀點來考量風險值上限，在理論上 CVaR 考量了投資組合中個別資產之相關結構及風險沖抵效果，使得風險值之控制更正確。風險值的特性使得 $VaR - Limit$ 可以明確的衡量投資部位承擔的風險，若當市場波動性變動時，原來持有部位之風險值亦接近或觸及 $VaR - Limit$ ，此時亦可以適時的調整投資組合部位（減少部位或加入避險部位）來滿足損失限制下之風險值，因此，設定損失限制下之風險值的機制，可以反應市場各種情境下的變化。

4.5.3 平均數變異數架構下滿足 VaR 風險規劃之資產配置模式

本節利用平均數變異數最適投資組合架構，將 VaR 風險資源規劃之理念融入，提出一個滿足風險值限制之資產配置模型。平均數變異數架構雖為靜態模

型，惟在此種架構下所解得之最適資產配置仍具有一定的參考性。實務上利用本節所提出之資產配置模型，可定期更換不同時期之資產報酬率時間序列資料，配合不同的 VaR 風險規劃決策，以求得較適用的資產配置策略。

資產管理者依不同的資產管理目標及不同的資產配置限制，可設定不同的平均數變異數資產配置模型。以下列舉四種模型，供資產管理者參考。

模型 1：傳統的平均數變異數最適資產配置模型

$$\begin{aligned} \underset{\{W_i\}_{i=1}^N}{Max} S_p &= \frac{\overline{R_p} - r_f}{\mathbf{s}_p} \\ \text{s.t. : } \sum_{i=1}^N W_i &= 1 \\ W_i &\in [l_i, u_i] \quad l_i, u_i \in [0,1] \\ 0 \leq W_i &\leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, N \end{aligned}$$

模型 1 對於 $0 \leq W_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, N$ 之限制式是假設資產管理不可以放空風險性資產，而 $W_i \in [l_i, u_i], i = 1, 2, \dots, N$ 之限制則為第 i 項資產配置比例之限制。

模型 2：資產別風險值限制下極大化單位風險超額報酬之資產配置模型

$$\begin{aligned} \underset{\{W_i\}_{i=1}^N}{Max} S_p &= \frac{\overline{R_p} - r_f}{\mathbf{s}_p} \\ \text{s.t. : } \sum_{i=1}^N W_i &= 1 \\ W_i &\in [l_i, u_i] \\ 0 \leq W_i &\leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, N \\ CVaR_{N \times 1} &= \left[\frac{\Sigma W}{W \Sigma W} \right]_{N \times 1} \# \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_N \end{bmatrix}_{N \times 1} \times VaR_p \leq \begin{bmatrix} VaR_1^L \\ VaR_2^L \\ \vdots \\ VaR_N^L \end{bmatrix}_{N \times 1} \end{aligned}$$

$$VaR_p = F_a (W \Sigma W)^{1/2} V_0$$

模型 3: 資產別風險值限制下極大化單位 VaR 風險超額報酬之資產配置模型

$$Max_{\{W_i\}_{i=1}^N} S_p = \frac{\overline{R_p} - r_f}{VaR_p}$$

$$s.t. : \sum_{i=1}^N W_i = 1$$

$$W_i \in [l_i, u_i] , l_i, u_i \in [0,1]$$

$$0 \leq W_i \leq 1 , i = 1, 2, \dots, N$$

$$CVaR_{N \times 1} = \left[\frac{\Sigma W}{W \Sigma W} \right]_{N \times 1} \# \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_N \end{bmatrix}_{N \times 1} \times F_a (W \Sigma W)^{1/2} V_0 \leq \begin{bmatrix} VaR_1^L \\ VaR_2^L \\ \vdots \\ VaR_N^L \end{bmatrix}_{N \times 1}$$

模型 4: 資產別風險值限制下極大化超額報酬之資產配置模型

$$Max_{\{W_i\}_{i=1}^N} S_p = \overline{R_p} - r_f$$

$$s.t. : \sum_{i=1}^N W_i = 1$$

$$W_i \in [l_i, u_i] , l_i, u_i \in [0,1]$$

$$0 \leq W_i \leq 1 , i = 1, 2, \dots, N$$

$$CVaR_{N \times 1} = \left[\frac{\Sigma W}{W \Sigma W} \right]_{N \times 1} \# \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix}_{N \times 1} \times (-F_a) (W \Sigma W)^{1/2} V_0 \leq \begin{bmatrix} VaR_1^L \\ VaR_2^L \\ \vdots \\ VaR_N^L \end{bmatrix}_{N \times 1}$$

當然，上述 4 種風險值限制下之資產配置模型，乃是滿足風險資源規劃之最適資產配置模型，資產管理者可依不同的資產管理目標再行修改上述 4 種模型之設定。

4.6 綜合證券商VaR資產配置系統之資訊架構雜議

綜合證券商 VaR 資產配置系統在證券商後臺資訊系統中之定位可整理於圖 4.5。其中值得注意者，證券商資料庫管理系統對外接收即時資訊系統之資訊，並管理前臺資訊系統之交易資訊。各部門風險性資產部位及客戶資產部位資訊，提供後臺資訊系統各種所需的之資訊。VaR 內部風險值模型系統為全公司之風險估算及報告系統，負責提供各部門及全公司可靠的風險暴露資訊，並對 VaR 資產配置系統提供必要的 VaR 資訊。VaR 資產配置系統則利用資料庫管理系統及 VaR 內部風險值系統所提供之資訊，配合高階經理人會議所作出的部門別風險暴露上限與風險資源規劃，提供策略性資產配置決策之參考值。VaR 資產配置系統可被視為決策支援系統。

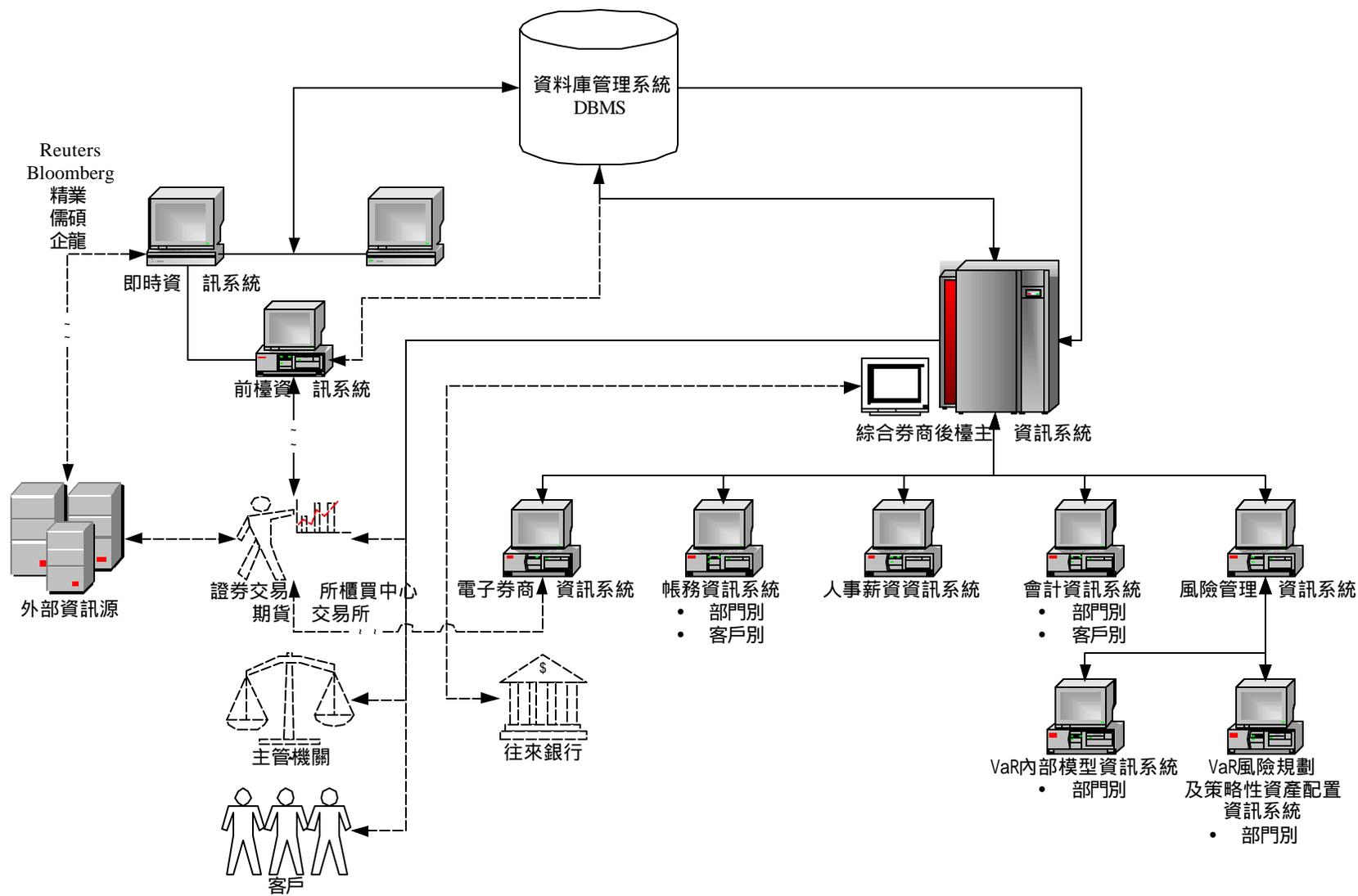


圖 4.5 綜合券商 VaR 資產配置系統於證券商後臺資訊系統中之定位

第五章 結論與建議

5.1 結論

隨著金融之創新及資本市場之深化，全球對於資產風險之管理業已成為主管機關及銀行、券商等從業單位關注的焦點。巴塞爾銀行監理委員會（Basel Committee on Banking Supervision）於 1996 年修正自有資本適足性規範，並於 1998 年開始，允許銀行使用 *VaR* 模型來提撥適足的資本以涵蓋市場風險。該委員會也在 1995 年邀請國際證券管理協會 (International Organization of Securities Commissions, IOSCO)，研討 *VaR* 在證券商的使用。而 IOSCO 於 1998 年發布了關於證券商採用 *VaR* 之規範。美國財務會計準則委員會 (FASB) 及美國證券管理委員會 (SEC) 也已提議運用 *VaR*，特別是內部模型法 (internal *VaR* model)，來改善衍生性商品風險的揭露。BIS 公佈將於 2005 年後風險控管列為強制性的規範。由國際趨勢可見，*VaR* 已成為現今風險管理一項重要的工具。隨著我國加入 WTO 之規劃，國內券商推動 *VaR* 內部模型法，進行風險揭露 (risk reporting)、風險控管與規劃 (risk control and allocation)，及風險資源分配下之最適資產配置 (risk based asset allocation)，勢將成為提昇國際競爭力及與國際金融體系接軌之必要條件。

本研究計劃從美國及日本對於銀行、證券商之自有資本適足性規範構建出台灣對於券商風險控管之資本適足性內部模型建議，茲將本研究之主要結論臚列如下：

1. 針對美日及我國證券商自有資本適足比率規範，作多面向之比較分析，分析各國證券商自有資本適足性規範之異同。
2. 依據美日及我國證券商自有資本比率之規範，對 *VaR* 在證券商自有資本比率計算中之角色作定位，並提出適合我國證券商自有資本適足比率規範之 *VaR*

內部模型。

3. 證期會 2000 年 3 月所公佈之「證券商資本適足制度計算方式及說明」，實有重新加以研討與修訂之必要，
4. 第三章分析整理目前國際慣用之風險值衡量方法，包括 (i) 變異數—共異數法 (Variance—Covariance Method) , (ii) 歷史/歷史模擬法 (Historical/Historical Simulation) , (iii) 蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Stochastic Simulation) , (iv) 極端值理論法 (Extreme Value Theory Method , 以下簡稱 EVT) , (v) 回溯測試 (Back Testing) , (vi) 債券投資組合 VaR 之計算 (vii) 我國已開放之利率衍生性商品如利率交換及資產交換之 VaR 估計方式，以及 (viii) VaR 之壓力測試 (Stress Testing) 。
5. 4.2 節提出主管機關未來核准證券商利用 VaR 內部模型法估算風險約當金額之考量重點。
6. 利用 VaR 作市場風險約當金額之估計，對於風險性資產之風險暴露，得以更精確掌握。由於 VaR 對於風險性資產之風險設算考量了投資組合內風險性資產之相關性，因此所計算出之風險約當金額有可能較「標準法」為低，使得證券商自有資本適足率提高。
7. 提出綜合券商風險報告書 (risk book) 之建議格式及其與 VaR 內部模型之搭配 (3.11 節) 。
8. 瞭解各種風險之特質，以便對不同風險特性之資產作有效率之規劃與配置。

9. 分析證券商構建以 VaR 為基礎之風險資源規劃(risk budgeting)及風險資源分配下之策略性資產配置模型 (risk based asset allocation model) 之做法。
10. 提出風險資源規劃之架構 (4.4 節)。
11. 提供 VaR 資產配置系統建置架構之雛形，提供未來證券商建置風險控管系統之基礎模型。
12. 透過提供適當量化之風險計算，俾利外部性投資計劃之客觀評估。

5.2 建議

本研究之具體建議事項如下：

1. 日本第二次自有資本比率之計算方式及規定可作為我國證券商自有資本適足制度改進之依據
2. 對於證券商利用內部 VaR 模型法建立風險控管制度之作法，建議依據本研究於 4.1 節提出具體方案進行，包括（1）加入回溯測試及壓力測試於內部模型法之證券商自有資本適足架構（詳參圖 4.1），（2）市場風險約當金額內容及計算方法（4.2.1 節），（3）運用 VaR 內部管理模型計算市場風險約當金額之方法（4.2.2 節），（4）主管機關認定 VaR 內部管理模型之相關配套規定（4.2.3 節），（5）VaR 內部管理模型認可申請書之提出（4.2.4 節），（6）主管機關認可證券商 VaR 內部管理模型之審核標準（4.2.5 節），及（7）主管機關取消證券商原有使用 VaR 內部管理模型之標準（4.2.6 節）。
3. 建議證券商利用內部 VaR 模型法作風險值估計，在估計模型之選擇上，除了眾所熟知的變異數—共變數法（Variance – Covariance Method）、歷史模擬法（Historical Simulation Method），及蒙地卡羅模擬法（Monte Carlo Simulation Method）之外，宜進一步考慮極端值理論法（Extreme Value Theory Method，EVT Method）。
4. 建議證券商建置其內部 VaR 模型法時，參酌本研究第三章所提出之風險報告書格式（3.11 節）。
5. 建議證券商作風險資源規劃(Risk Budgeting)時，採用 4.4 節所提出之「利用 VaR 資訊作風險資源規劃(Risk Budgeting)」之做法進行。
6. 建議證券商建立援用 VaR 為基礎之資產配置策略（4.5 節）

參考文獻

中文

1. 呂自勇，「金融資產投資組合風險值衡量~以台灣股市債市投資組合為例」，國立中央大學財務管理研究所碩士論文，民國 86 年 6 月。
2. 宋文仁，投資組合之關聯度分析與使用 Value-at-Risk 模型衡量其市場風險，中原大學企業管理研究所碩士論文，民國 87 年 6 月。
3. 康倫年，Value at Risk與無母數方法，台灣大學財務金融研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
4. 陳若鈺，「風險值的衡量與驗證：台灣股匯市之實證」，國立台灣大學財務金融研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
5. 黃卉芊，「台灣股匯市投資組合風險值之計算與評估」，國立中央大學財務管理研究所，民國 88 年 6 月。
6. 廖益誠，「市場風險控管：風險值(VAR)—Orthogonal GARCH 的應用」，國立台灣大學財務金融研究所，民國 88 年 6 月。
7. 吳壽山、王姓、許孟彥，「證券商市場風險管理之研究」，財團法人中華民國證券暨期貨市場發展基金會，88 年。
8. 張振山，「我國證券商資本適足性制度(上)(下)」，證券暨期貨管理，88 年 4 月。
9. 陳炎信，考慮極端事件之 VaR 風險管理模式，銘傳大學金融研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
10. 張士杰，運用拔靴複製法構建 VaR 估計量之分配，銘傳大學金融研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
11. 賴雨聖，運用準亂數抽樣技術改進半參數型極端涉險值模型之估計，銘傳大學金融研究所碩士論文，民國 89 年 6 月。

12. 盧陽正，「考量厚尾分配誤差修正之涉險值拔靴複製估計 - 以亞洲新興股市投資組合為實證」，證券市場發展季刊，民國 89 年 第十二卷 第二期。
13. 胡聯國，康榮寶，林修葺，賀蘭芝，「推動我國綜合證券商採用涉險值模式 (VaR)控管市場風險研究計畫」，臺灣證券交易所研究報告，民國 89 年 9 月。
14. 李進生，謝文良，林允永，蔣炤坪，陳達新，盧陽正，「風險管理：風險值(VaR)理論與應用」，清蔚科技，民國 90 年。
15. 陳威光，「衍生性金融商品：選擇權、期貨與交換」，智勝文化，民國 90 年。
16. Philippe Jorion 原著，黃達業譯，「風險值：市場風險控管之新基準」，美商麥格羅．希爾國際股份有限公司 台灣分公司，民國 90 年。
17. 周大慶，沈大白，張大成，敬永康，柯瓊鳳，「風險管理新標竿：風險值理論與應用」，智勝文化，民國 91 年。

日文

1. 木村剛，「新金融檢查 Manual」，TKC 社，2001。

英文

1. Alexander, C.O. and Chibumba, A.M., Orthogonal Factor Garch, University of Sussex, Centre for Statistics and Stochastic Modelling, 1997.
2. Anthony N. Ciliberti 「 Bank Internal Auditing Manual」，Warren，Gorham & Lamont，1990.
3. Beder, T. S., VAR : Seductive but Dangerous, *Financial Analysts Journal*, September-October 1995, p 12-24.
4. Best, P. W., Implementing Value At Risk , 1998.
5. Chen, WeiKuang, The Market Risk of Warrants Position: Value-at-Risk Approach, Department of Money and Banking, National Cheng-Chi University, Taiwan,

- 1999.
6. COSO Report, Internal Control-Integrated Framework, Committee of Sponsoring Organizations of the Tread way Commission, 1992.
 7. Darrell, D. and Pan, J., An Overview of Value at Risk, *Journal of Derivatives* 4 (3), Spring 1997, p 7-49.
 8. Dunbar, N. and Irving R., This is the way the World Ends, *Risk*, Dec 1998, p28-32.
 9. Federal Reserve Board, Commercial Bank Examination Manual, Board of Governors of the Federal Reserve System, 1993.
 10. GAO, Foreign banks' internal control and audit weakness in US branches, United States General Accounting Office, 1997.
 11. Glenda S. Jordan, Control Self Assessment : Making the Choice, the Institute of Internal Auditors, 1996.
 12. Glodman Sachs and SBC, The Practice of Risk Management : *Implementing processes for managing firmwide market risk* , 1998, Euromoney Books.
 13. Hendricks, D., Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data, *Federal Reserve Bank of New York Economics Ploicy Review* 2 (1), April 1996, p 39-69.
 14. Hull, J., Options, Futures and Other Derivatives, 4th ed., 2000, Prentice-Hall.
 15. Jorion, P., Value At Risk : *The New Benchmark for Controlling Market Risk* , 1997, IRWIN.
 16. Jorion, Philippe, *VALUE AT RISK : The New Benchmark for Controlling Market Risk* , 2nd ed. , 2000, IRWIN.
 17. J.P. Morgan, RiskMetrics-Technical Document, 4th ed., 1996.
 18. K.H. Spencer Pickett, The Internal Auditor Handbook, John Wiley & Sons, 1995.
 19. KPMGLLP, New Directions in Internal Auditing, The Conference Board, 1989.
 20. KPMFLLP, Shaping the Audit Committee Agenda, KPMGLLP, 1991.

21. KPMGLLP, The Depository Institution Audit Committee, KPMGLLP, 1992.
22. Kupiec, Paul H., Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models, *Journal of Derivatives*, Winter 1995, p 73-84.
23. Longin, F.M., “The Asymptotic Distribution of Extreme Stock Market Returns.”, *Journal of Business* 69(3), pp.383-408, 1996.
24. Longin, F.M., “The Threshold Effect in Expected Volatility : A Model Based on Asymmetric Information”, *The Review of Financial Studies*, pp.837-869, Fall 1997.
25. Longin, F.M., “From value at risk to stress testing : The extreme value approach”, Working paper, 2000.
26. OCC, Comptroller’s Handbook, OCC, 1994.
27. Ray Kinsell, Internal Controls in Banking, John Wiley & Sons, 1990.
28. Robert Moetter Aerbert Witt, Brink’s Modern Internal Auditing, John Wiley & Sons, 1993.
29. Roger N. Carolus, Business Focused Quality Assurance Review Manual, The Institute of Internal Auditors, 1986.
30. SAS NO.55, Consideration of the Internal Control Structure, AICPA, 1988.
31. Smithson, C. W., Managing Financial Risk : *A Guide to Derivative Products, Financial Engineering, and Value Maximization*, 3rd ed., 1999,
32. Wilson, T. C., Measuring and Modeling Financial Risk, *Risk Management and Analysis*. Vol. 1.

國際規範參考

International Organization of Securities Commissions (IOSCO)

1. Methodologies for Determining Minimum Capital Standards for Internationally Active Securities Firms which Permit the Use of Models under Prescribed

- Conditions, May 1998, IOSCO Technical Committee.
2. Objectives and Principles of Securities Regulation, September 1998.
 3. Recognizing a Firm's Internal Market Risk Model for the Purposes of Calculating Required Regulatory Capital: Guidance to Supervisors, May 1999, IOSCO Technical Committee.
 4. Recommendations for Public Disclosure of Trading and Derivatives Activities of Banks and Securities Firms, October 1999, Basle Committee on Banking Supervision and Technical Committee of the IOSCO.
 5. Risk Management and Control Guidance for Securities Firms and Their Supervisors, May 1998, IOSCO Technical Committee.
 6. The Implications for Securities Regulators of the Increased Use of Value at Risk Models by Securities Firms, July 1995, IOSCO Technical Committee.

Basel Committee on Banking Supervision

1. Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks, January 1996.
2. A New Capital Adequacy Framework, Consultative Paper, June 1999.
3. Framework for Internal Control System in Banking Organization , 1998,
4. Performance of Models-Based Capital Charges for Market Risk: 1 July - 31 December 1998, September 1999.
5. Stress Testing by Large Financial Institutions: Current Practice and Aggregation Issues, April 2000.
6. Supervisory Framework for the Use of "Backtesting" in Conjunction with the Internal Models approach to Market Risk Capital Requirements, January 1996.