

運用 VaR 模型推估最大可能損失之研究 —以台灣地區營建機具保險為例

A Study on VaR Model Used to Estimate the
Maximum Probable Loss of CPM in Taiwan

撰稿人：劉政明
Cheng-Ming Liu

游清第
Chin-Ti Yu

運用 VaR 模型推估最大可能損失之研究 — 以台灣地區營建機具保險為例

摘 要

營建機具是營建工程的五大要素之一，在營建技術不斷創新之際，營建機具所擔任的角色愈獲重視，自工業革命以來，機械設備朝著精密、高速、複雜、自動化、系統整合的型態發展，所以故障模式及造成之危害也愈趨嚴重，如物價變動、天候影響、人為疏失、地質狀況、法定或契約責任以及其他變數等之潛在風險，使得營建機具在運作過程中隱含了複雜而多變的因素。

本研究擬利用 VaR 風險值觀念，建立一最大可能損失 Maximum Probable Loss, MPL)推估方法，俾便營建機具險核保決策之參考。期盼能提供營建機具保險之經營有正面幫助。

營建機具保險之核保決策，因受工程危險因素錯綜複雜及規章費率之影響，各公司視其承保經驗、核保水準及經營策略而定，常有相當差異。因此本研究目的有二項：

- (一) 利用過去損失經驗，建構一適合營建機具險之風險值推估方法以求得最大可能損失之值，俾供核保人決策依據，降低核保風險，確保核保利潤。
- (二) 提供保險業者及監理者隨時清楚風險部位，俾便制定經營管理策略，確保清償能力。

關鍵詞：營建機具保險、最大可能損失、風險值

劉政明先生：銘傳大學管理學院風險管理與保險學系研究所教授
游清第先生：兆豐產物保險股份有限公司二等專員

A study on VaR Model Used to Estimate the Maximum Probable Loss of CPM in Taiwan

Abstract

Construction machinery is considered as one of the five major factors for construction work. Under the context of ever renewing construction technology, the role-play of construction machinery has been received with increasing attention. Since Industrial revolution, machinery and equipment have always been geared towards the model development for precision, high-speed, sophistication, automation, and system integration. As such, failure model and the risk resulted have become more and more serious, such as those potential factors as price fluctuation, climatic influence, human remiss, geological scenario, legitimate or contractual responsibility, and other variable, so that construction machinery has enshrined a lot of complex and changeable factors during the process of operation.

This study plans to make use of the concept of VaR(Value-at-Risk) risk value so as to build up a Maximum Probable Loss(MPL) estimation method to facilitate the reference of decision making to underwrite insurance of contractor's plant and machinery. It is hoped that the study can render positive help to the management for insurance of contractor's plant and machinery.

Due to the fact that the underwriting decision making for insurance of contractor's plant and machinery will be affected by complex and

sophisticated engineering and hazardous factors as well as its regulation and fee, each of the companies will vary among themselves based on its underwriting experiences, underwriting standard, and management strategy. The objectives of this study are found in two items:

Using previous loss experience, it will build up a risk value estimation method most appropriate for contractor's plant and machinery insurance so as to obtain the value of maximum probable loss as the decision making criteria for underwriter. In such a way, it can help lower underwriting loss and ensure underwriting profit.

It can provide insurance industry and supervisors to be aware of the risk position at all time so as to formulate operation and management strategy to ensure its capability of solvency.

Keywords : Contractor's Plant & Machinery insurance, Maximum Probable Loss, Value-at-Risk

第一章 前 言

第一節 研究背景與動機

營造業範圍由小至房屋修繕大至水壩、機場興建，涵蓋土木、水利、建築等工程，與國民生計息息相關。廣泛的營造業包括土木、建築、管道、電路配置、油漆粉刷等等。營造業所需要的資源相當龐大，如建築用材料準備、勞務人力投入及施工機具設備籌備等，可提供大量的就業機會與其他行業的帶動；因此營造業的興衰直接影響整個國家的經濟，是國家基本工業。工程保險則提供營造業經營上最方便風險管理工具之一，亦即保險業如能提供營造業完善工程風險保障，將對營造業及國家經濟發展扮演重要角色。

金融危機帶來的衝擊在 2009 年持續發酵，全球經濟一度跌至二戰來最低水平。相對影響工程保險保費從 2005 年新台幣 57 億元衰退到 2009 年新台幣 48 億元，衰退幅度達 1.2 倍；根據行政院所編列的 2009 年擴大公共建設項目屬於工程建設類的金額共計 833.76 億元，約佔整體公共建設比重 55%，低於往年平均值 70%。主要因素可能在於重大公共工程類的執行期較長，政府希望透過推動小型非工程類的公共建設，以加快擴大內需的動作，此為本研究動機之所在。但在 2009 年仍然占總保費之 5%，工程保險已成為繼汽車保險、火災保險、意外保險與貨運運輸保險並列第四大險種（圖 1-1）及（表 1-1），現為產險業者經營主要險種之一。

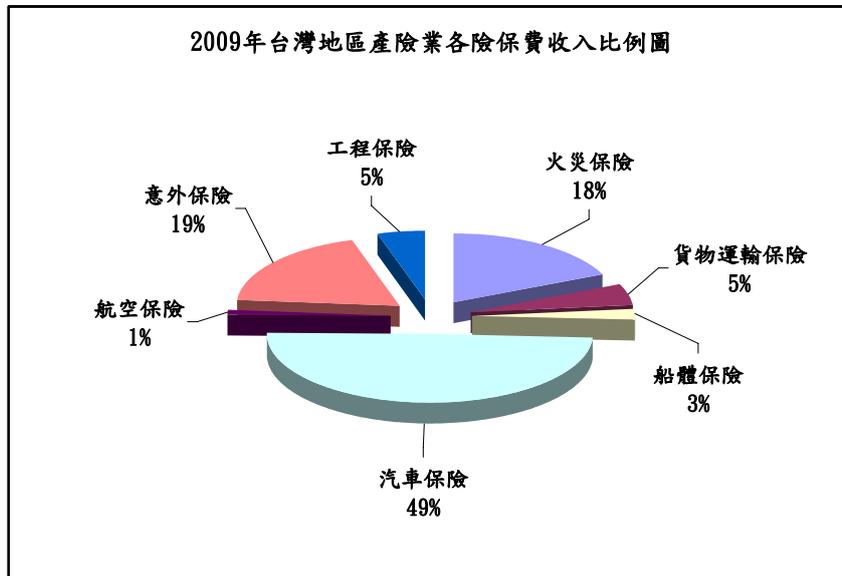


圖 1-1 2009 年台灣地區產險業各險保費收入比例圖

資料來源：本研究整理

表 1-1 台灣地區產險業各險種之保費收入及成長率表

(單位：新台幣百萬元/百分比)

| 年 度 別 | | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 火災保險 | 金 額 | 22,036 | 21,918 | 21,881 | 21,548 | 18,705 |
| | 成長率 | -0.29% | -0.54% | -0.17% | -1.53% | -13.19% |
| 貨物運輸保險 | 金 額 | 5,907 | 6,109 | 6,415 | 6,397 | 5,085 |
| | 成長率 | 0.80% | 3.43% | 5.01% | -0.29% | -20.51% |
| 船體保險 | 金 額 | 2,758 | 2,801 | 2,804 | 2,540 | 2,552 |
| | 成長率 | 18.09% | 1.54% | 0.10% | -9.40% | 0.47% |
| 汽車保險 | 金 額 | 58,862 | 57,334 | 55,550 | 52,547 | 50,275 |
| | 成長率 | 6.93% | -2.59% | -3.11% | -5.41% | -4.32% |
| 航空保險 | 金 額 | 1,971 | 1,529 | 1,365 | 1,077 | 1,153 |
| | 成長率 | -38.27% | -22.43% | -10.71% | -21.13% | 7.11% |

| | | | | | | |
|------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 意外保險 | 金額 | 21,257 | 19,097 | 22,055 | 19,203 | 19,279 |
| | 成長率 | 25.98% | -10.16% | 15.49% | -12.94% | 0.40% |
| 工程保險 | 金額 | 5,711 | 5,318 | 5,315 | 4,431 | 4,807 |
| | 成長率 | -19.07% | -6.88% | -0.05% | -16.64% | 8.51% |
| 各險合計 | 金額 | 118,502 | 114,106 | 112,583 | 107,742 | 101,858 |
| | 成長率 | 2.63% | -3.71% | -1.33% | -4.30% | -5.46% |

備註：1.船體保險包括漁船保險在內。

2.意外保險包括責任保險、信用保險及其他各種財產保險。

資料來源：財團法人保險事業發展中心精算處 2010.03.31

然而營建機具是營建工程的五大要素之一，在營建技術不斷創新之際，營建機具所擔任的角色愈獲重視，自工業革命以來，機械設備朝著精密、高速、複雜、自動化、系統整合的型態發展，所以故障模式及造成之危害也愈趨嚴重，如物價變動、天候影響、人為疏失、地質狀況、法定或契約責任以及其他變數等之潛在風險，使得營建機具在運作過程中隱含了複雜而多變的因素。

營造業為使用營建機具最有相關之行業，現行營造業經營的規範依據主要是以內政部訂頒之「營造業管理規則」為準，該規則中規定營造業的基本結構是以不動產、營建機具設備及現金等三項訂定。依規定營造業資本額中該三項應占資本額比率不得低於 90%。營建機具設備為營造業者資本結構中之重要元素，也是營造業者進行施工建設時不可或缺的重要生財設備。當營建機具發生意外事故時，不僅會造成設備受到損害，更常常連帶造成人員之嚴重之傷亡，營造業者無時不刻必須承受之意外事故所致損失之風險，損失影響輕微者造成營運收入的減少，嚴重者則可能動搖公司組織與資金之根本。

營建機具業者為了防範意外事故之發生，除了遵循政府單位所訂定的各項機具施工安全規範外，對於加強人員教育訓練、專業技術之提昇及更新設備投入大量之成本，期能夠降低意外事故之發生機率或

緩和意外事故所致之損失幅度。就發生機率低或損失較輕微之風險，在其自身資金財力許可的範圍內，可採風險自留之方式自行承擔風險，但對於高頻率或高幅度之損失，實非業者所能負擔的，因此有效的風險管理規劃成為業者必須謹慎面對的課題。

國內營建機具業者在選擇風險管理方法時，以投保保險作為風險理財中，風險轉嫁的主要工具，期待將可能所面臨之損失風險轉嫁予保險公司，於發生意外事故時獲得經濟損失之填補。

由於營建機具之技術專業性高，保險人及再保險人對於承保風險的評估不易，以往所承保業務之賠款損率偏高及被保險人可能之「逆選擇」等因素，對於此險種之承保意願並不高，部分保險業者以提高承保險費率甚或拒絕承保。另被保險人亦僅能選擇定型化之保險契約投保，在這些因素的影響下也使得被保險人降低投保意願，忽略了風險轉嫁功能，致使企業必須面臨潛在財務損失之經營風險。

而於近年來發生聖嬰現象後，國際再保市場轉為緊縮，國內保險業被迫提高自留危險，又隨營建技術持續進步，造成技術標準跳躍式演化，加以台灣地區因溫室效應致屢受天災襲擊及社會風氣趨於功利，造成人禍不斷，在在導致營建機具保險經營風險大幅提高，因此現今財產保險業要能成功經營營建機具保險實非易事。

展望未來經營營建機具保險的環境必將更為複雜與不確定。唯有坦然面對市場的波動性，能有效運用資源，理性算出對生存及發展最有利方案且做對的事者，才可以成為贏家。因此如何建立完善策略及數據提供核保人或經營者參考及加以應用，實為重要課題。本研究擬利用 VaR 風險值觀念(Value-at-Risk, VaR)，建立一最大可能損失 Maximum Probable Loss, MPL)推估方法，俾便營建機具險核保決策之參考。期盼能提供營建機具保險之經營有正面幫助。

第二節 研究目的

現今保險業無論要成功經營何種險種，精確的決策方式已成為主流；然而每一項決策背後所帶來的，又是另一個風險的可能。因此，對核保人而言每日如履薄冰，因每個決策之前，別是足以影響整個組織，乃至於企業經營方向的決策之前，縝密的思考，透澈的分析就成為不可或缺的要項。

營建機具保險之核保決策，因受工程危險因素錯綜複雜及規章費率之影響，各公司視其承保經驗、核保水準及經營策略而定常有相當差異。故核保人能否正確釐訂費率，悠繫業務成敗至鉅。由於營建機具保險是一年期保單，保險業者或保險監理者常無法隨時清楚所承擔之風險部位，造成市場承保能量不足或累計風險過高而不知，進而影響經營績效及企業生存。因此本研究目的有二項：

- (一) 利用過去損失經驗，建構一適合營建機具險之風險值推估方法以求得最大可能損失之值，俾供核保人決策依據，降低核保風險，確保核保利潤。
- (二) 提供保險業者及監理者隨時清楚風險部位，俾便制定經營管理策略，確保清償能力。

第二章 文獻回顧

本研究係將利用於金融界之風險值概念轉換運用於推估營建機具險最大可能損失，茲將相關理論與實務文獻概述如下：

第一節 風險值理論回顧

「風險值」模型，源於 1990 年代起因美國橘郡、英國霸菱銀行、日本大和銀行等事件所造成的重大損失致使風險管理工具開始受到重視，該模型方法係使用標準統計程式來估計資產風險，模型由 J. P. Morgang 所創，用於其內部風險衡量與控管。在 1993 年被 30 人團體 (Group of Thirty, G-30) 所發布的建議事項中提出「風險值使用於衡量市場風險為最佳實務方案」，並相繼受到美國財務會計準則委員會 (Financial Accounting Standards Board, FASB)、美國證券管理委員會 (Securities and Exchange Commission, SEC)、巴塞爾銀行監理委員會等認可及推薦使用，現為許多國際大型知名金融機構運用於進行市場風險管理的一個標準量化指標，並引為重要的風險管理工具，未來甚有可能成為世界性的風險管理標準之工具趨勢。VaR 其最大的好處，係可衡量機構於某一段時間內、持有資產組合等部位因受於市場價值之波動，而遭致資產之最可能損失範圍，此模型能較傳統的風險管理方法提供更明確的數量與機率分析，亦能考量資產部位彼此間之相關性 (即市場上投資組合可能遭受到的風險進行總結)；VaR 積極面除可運用於定期產生風險資訊報告書 (利用簡單易懂數字) 外、並可進行控管風險及應用在績效評估、部位限制、資產配置，讓機構資產經營者、投資者、監理者等評估管控之參考暨使用。

VaR 消極運用於國內金融機構主要係因其經營上需依主管機關規定進行資本計提，對此主管機關可讓金融機構經由報准方式採行內部模型來計算市場風險及計提自有資本，故如何導出「風險值」並確認

風險值模型是否正確及適合，對國內金融機構模型之使用及主管機關之有效監理暨對內部模型之准駁均相當重要。

一、風險值之定義

Philippe Jorion(2000)於「Value at Risk」一書:論及「風險值」係指在一特定的信賴水準下，衡量某一資產組合或部位於特定目標持有期間內，由於潛在市場環境發生不利變動而可能產生之預期最大損失的期望值，而該期望值可以價格（損益）或報酬率的型態產生。例如特定的信賴水準在 95%且持有期間訂為一天，若此時某資產組合或部位之 VaR 為\$1,000,000，即表示在正常狀況下，未來一天內，該資產組合或部位之損失超過\$1,000,000 的機率應不超過 5%。

二、風險值計算方法介紹

風險值計算方法的選擇，必須視資產損益型態而定，通常資產的損益型態分為線性與非線性兩種，線性損益的商品，包括股票、期貨等，商品的損益與資產的價格變動呈現直線關係。假如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，及此商品為非線性損益商品，例如選擇權和認購權證。常見的風險值計算方法可分為三類：變異數-共變異數法(Variance-CoVariance Approach)、歷史模擬法(Historical Simulation)與蒙地卡羅模擬法(Monte Carlo Simulation)，以下簡述三種方法特性：

(一)變異數-共變異數法(Variance-CoVariance Approach)

亦稱 Delta-Normal 法，主要適用於線性損益商品，是所有方法中最容易應用的，但其缺乏某些事件風險的解釋能力，如股票市場崩盤或匯率水準狂跌等。另外，若資產報酬分配存在厚尾¹(fat tails)的現象，以變異數-共變異數法計算風險值，

¹ 厚尾現象,表示資產損益發生極端變化(例如超過 99%信賴機率水準)的機率顯著高於常態分配假設。

則會低估風險值及未來風險值的正確性。

(二)歷史模擬法(Historical Simulation)

歷史模擬法假設資產過去的價格變化會在未來的評估期間重現，於是擷取過去某段期間的資產歷史資料，以模擬方式重建資產未來的損益分配圖，進而計算風險值。但歷史模擬法需要更完整的歷史價格資料，較接近現在的短期資料其重視程度較高。因此，資料期間的選擇是其關鍵。

(三)蒙地卡羅模擬法(Monte Carlo Simulation)

蒙地卡羅模擬法假設資產價格變化行徑符合特定的隨機程式，利用模擬方式設算不同情境下資產的損益，以描繪資產的損益分配圖，進而計算風險值。蒙地卡羅模擬法不僅可以計算非線性資產、模型風險，處理信用風險，更可以處理損益分配呈現厚尾、偏態與峰態及極端事件等。但其在使用上亦有限制，若投資標的相當繁多時，會耗費相當龐大的計算成本。

茲將上述三種主要計算風險值方法之優缺點彙整比較如表 2-1 風險值估算方法比較表。

表 2-1 風險值估算方法比較表

| 方 法 | 優 點 | 缺 點 |
|-----------|--|---|
| 變異數-共變異數法 | 估算過程簡單快速僅需資產價格變動的變異數-共變異數矩陣資料 | 不適用於非線性損益商品，或存在偏態的損益分配 |
| 歷史模擬法 | 對於所有商品的風險值估算具精確度/可描繪出完整的損益分配圖/不需加諸統計分配假設/估算速度較蒙地卡羅模擬法快 | 需要較長的價格歷史資料 歷史資料可能無法模擬未來情形在信賴機率水準太高時（例如，99%以上），估算精準度較差 |
| 蒙地卡羅 | 對於所有商品的風險值估算具 | 耗費較多的計算時間必須 |

| | | |
|-----|--|--------------------------|
| 模擬法 | 精準度/可描繪出完整的損益分配圖/可以加諸不同的隨機程式及分配(例如，常態、T-分配等)，可呈現分配的厚尾特色//不需過多的歷史資料 | 給定適當的價格行徑模式，才可能模擬出應有的情境。 |
|-----|--|--------------------------|

資料來源:李進生等(2001)，風險管理-風險值理論與應用，頁 4-8。

三、數量因數之選取

風險值中『持有區間長度』及『信賴水準(confidence level)』二數量因數之選取將影響所求之值。而一般是區間長度較長或是信賴水準較高時，風險值也會隨之較大。在此條件下，增加其中一個或其他因數，將會產生等值風險值數值。故在選擇『持有區間長度』及『信賴水準』的原則，主要取決風險值數值的使用狀況。

一般的風險值使用情形，是作為公司比較不同市場間之風險的評判標準，此時這些因數的選擇就不是那麼重要了。因為於假設常態分配的情況下，想要將所有這些不相關的銀行數值轉換成一共同數值，是十分容易的。其原因係風險值的『持有區間長度』及『信賴水準』可由藉由公式 2-1 輕易轉換。

$$\text{VaR1}=\text{VaR2}*\alpha1/\alpha2*\sqrt{T} \quad \text{公式 2-1}$$

舉例來說，風險矩陣提供 1 日的 95%信賴區間(1.650)；若欲知為 10 天的 99%信賴區間(2.330)，二者之間可互為調整如下：

$$\text{VaR}(10,99\%)=\text{VaR}(1,95\%)*2.33/1.65*\sqrt{10}= 4.45\text{VaR}(1,95\%)$$

因風險值可任意轉換，信賴水準與區間的選擇就變得不那麼重要，但風險值模型準確性必須經由回溯測試來衡量，而數量因數的選取對回溯測試法是相當重要的。模型的回溯測試，涉及對風險值與接續而來所實現的真實損益作系統性的比較，為了偵測出風險值報告的

偏誤須確立測試目標，以便極大化捕捉風險值預測偏誤的可能性。

較長的區間減少獨立觀察值的數目，因此降低測試力。舉例來說，若以二星期為風險值區間，表示每年我們只有 26 個獨立觀察值；相反的，若以一天為風險值區間，則同樣一年內，我們擁有約 252 觀察值。因此，較短的區間能夠加強測試力。同樣地，信賴水準的選擇也是相當重要，因為它們也影響著測試力。太高的信賴水準減少尾端觀察值的期望數目，因此減少測試力。讓我們以 95% 的信賴水準為例，根據機率理論可知：我們可預期每 20 天將有 1 天可能會發生損失超過風險值的情況。如果我們選擇的是 99% 的信賴水準，則我們平均必須等上 100 天的時間，才會遇上實際情況超過模型預估的情形。因此，為了回溯測試的目的，信賴水準不應該被設定的太高。實務上，95% 信賴水準已經可以得到很好的回溯測試效果。

四、風險值推估運用於最大可能損失

誰能使用風險值？基本上，凡是會暴露於金融風險下的任何機構，都可以使用風險值。Philippe Jorion(2000)將風險值的應用方式分類如下：

(一)被動性(passive)的資訊報告

風險值最早應用於衡量總合風險。風險值可以作為向最高管理階層報告交易與投資活動時所可能面臨之風險的工具；同時，風險值亦可用來做為向股東報告公司之金融風險的一種非技術性且容易使用的項目。

(二)防禦性(defensive)的風險控制

風險值可用來設定對交易者的部位限制。風險值的優點，在於它推導出一個共同的特性，藉此可比較在不同市場中的各種風險活動。

(三)主動性(active)的風險管理

風險值現在常常普遍使用於交易部門，事業單位、金融產品、甚至是機構本身的整體資本配置。此過程從調整考慮風險的報酬開始。風險調整後績效衡量(Risk-Adjusted Performance Measurement；RAPM)自動矯正交易員因為想爭取有選擇權特性的紅利，而採取額外風險的動機。一旦執行此法則，以風險值衡量為基礎的風險=資本要求，可將事業機構導向較佳的風險/報酬組合。風險值方法對投資組合風險交易所提供的綜合看法，也可以協助投資組合經理人作更好的決定，最後，它將協助股東創造更大的附加價值。

檢視產險公司為何要評估最大可能損失？主要係為瞭解風險程度、可承擔量及風險控制，完全與 Jorion 所指雷同，故運用於產險最大可能損失之推估極為恰當。

第二節 最大可能損失理論回顧

一、最大可能損失之重要性

保險業者之核保決策面臨前所未有的複雜與挑戰，尤其對承保範圍，包含天災、人為因素之營建機具保險，而最大可能損失(Probable Maximum Losses，PML)已成核保決策重要參考之一。

劉政明(1991)於「火災保險查勘與損害防阻」一書指出，許多保險先進國家保險業者對火災保險風險評估及費率係依據最大可能損失而定；時也提及保學者常戲稱 PML 的規範方式幾乎與核保人數成正比，亦即同一標的無法得到一致性之 PML。

陳繼堯(2000)於「工程保險理論與實務」提及：最大可能損失為危險管理上很重要的一件事。PML 底定後始可決策危險的處理方法，

此對於天災之於企業以至於政府均然。特別是地震危險所造成的損失，其 PML 的估測至為重要，但卻是很困難的一件事。PML 係以保險標的因一次保險事故可能遭致的損失之最高百分比，也即一次保險事故所造成的最大損失與保險金額之比。PML 可就個別的保險標的預估，也可就一個地區或一個市場內的所有保險標的為規模來觀察。對於地震等巨災危險，保險人及再保險人的核保，通常要以地區或市場的 PML 來考量。惟雖然是以同一地區或市場為對象，常因各保險人在該地區或市場內所承保的標的不同、其業務結構乃有不同，所估計的 PML 也會有不同。因此，所得結果的保險費率也有不同。利用 PML 計算保險費率，以地震為例，係將地震回復週期為基礎(如 25 年、70 年、100 年等)，依各該地區內的業務結構，例如住宅、店鋪、工廠等使用性質之別:木造、鋼筋，鋼骨等建築之別等因素，以計算純費率(net rate)，然後加計營業，行政、管理等費用(Acquisition costs)的附加費率(Loadings)以得地震險的基本費率。

陳嘉文等(2002)於「產險核保」一文中指出：核保人員在選擇業務時，須考量被保人過去之損失紀錄，以便進一步瞭解被保人之屬性及管理情形，與是否有道德危險之傾向。而最大可能損失更為核保人員評估業務承保與否，及設定承保條件之重要決定因素。

Paul R.Kleindorfer 於「決策聖經」一書更指出：就美國而言，近來不少的大型龍捲風以及地震侵襲了居民人數較多的城市，這些自然災害的潛在風險，完全地改變了保險業者的經營生態。直到今日，因為重大自然災害所導致保險公司的可能最大損失依照發生地區及人口密度的不同，總計已達 500 億到 1,150 億美元之多：而單以 1995 年發生於日本的神戶大地震而言，單次的災害損失就高達了一千多億美元(其中還有大部份的地區沒有包含保險的賠償)。如果按照當前的營運方式，那麼只要一有重大的自然災害發生，所有的保險業者都會因為理賠而出現財務方面的問題，進而結束營業一途。甚至整個影響的層

級可能牽涉到所有的保險業者，而造成整體經濟面的重大變動，因此對於保險公司承接業務首要考量部份為：附近區域的地表結構、地質狀況，還有過去曾發生過災害的紀錄，亦即必須先評估最大可能損失為何，再業務承保與否，及設定承保條件。

二、最大可能損失之定義

國際工程保險協會（International Association of Engineering Insurer，簡稱 IMIA）於 1975 年提出 Probable Maximum Loss 之定義：“The PML is an estimate of maximum loss which could be sustained by the insurers as a result of any one occurrence considered by the underwriter to be within the realms of probability. This ignores such coincidence and catastrophes as may be possibilities, but which remain highly improbable”即最大可能損失之評估為核保人對於保險標的物，估算其暴露單位之最大可能毀損之程度。

實務上有些相關名稱於易生誤解，茲將不同名稱分為三大類，概述如後以資分辨：

(一)在災損防護最有利的情況下估算最大可能損失

1.PML(Probable Maximum Loss)即可能最大損失。

2.NLE(Normal Loss Expectancy)即常態損失預期值。

(二)在防護較不利的情況下估算最大可能預期損失。即假設保險標的物本身雖有良好的防護設備，但發生災害時可能有部分防護設備不能正常操作而未能發揮預期功能。

1.MPL(Maximum Probable Loss)即最大可能損失。

2.MFL(Maximum Foreseeable Loss)最大可能預期損失。

3.EML(Estimate Maximum Loss)估計最大損失。

4. Loss Ratio 損失率。

(三)最不利情況下：指保險標的物本身的系統和公共防護設備皆無法正常操作或無法發揮預期功能且其他有關對災害之阻隔或撲滅十分不利之情況：

1. AML(Absolute Probable Maximum Loss)：絕對最大損失。

2. The Amount Subject：毀損程度。

3. The Burn Out：焚毀率。

綜合上述，本研究所稱之最大可能損失係指於在災損防護最有利的情況下所估算者。

三、最大可能損失之推估方式

宋明哲(2001)於「現代風險管理」一書中指出：David Cummins 與 Leonard Freifelder 兩位教授提出『年度最大可能總損失』(Maximum Probable Yearly Aggregate Dollar Loss：MPY)的觀念。它是危害性風險估計中常用的尺規。

估計 MPY 值，基本上，如能建構三種機率分配，即可滿足要求。第一，是關於每年損失次數的機率分配(The Number of Occurrence Per Year)：亦即損失頻率分配。第二，是關於每次損失金額大小的機率分配(The Dollar Losses Per Occurrence)：亦即損失幅度分配。如能建構此兩種分配，則第三種的風險總損失分配，即可完成。估計風險 MPY 值，可採直接法，意即利用損失資料庫的資料，依物價指數調整總損失金額後，即可直接作成總損失分配，此法不必另行建構損失頻率與幅度分配。如損失資料有限，則風險 MPY 的估算，首先損失次數要依每年資產價值的成長調整。調整的公式為第 T 年資產價值除以調整年度的資產價值後，乘以調整年度的損失次數。損失金額，則依物價指數調整。調整的公式為第 T 年物價指數除以調整年度的物價指數

後，乘以調整年度的損失金額。其次，再循迂迴法(Convolution)，以列表分析(Analytical Tabulation)的方式，即可計得風險 MPY 值。

假設某高科技公司，經由調整後的損失次數與金額的機率分配如後，表 2-2。透過列表分析，計得總損失分配，表 2-3。根據，風險管理人員可從統計技術得知，來年度損失超過某一 MPY 水準機率。換

| 損失金額 (百萬元) | 機率 |
|------------|-----|
| 2 | 0.8 |
| 4 | 0.2 |

言之，即可得知，風險管理人員有多少信心說，來年度，損失不會超過某一 MPY 水準。

表 2-2 損失次數與金額分配

| 損失次數 | 機率 |
|------|-----|
| 0 | 0.6 |
| 1 | 0.3 |
| 2 | 0.1 |

資料來源：宋明哲(2001)，現代風險管理，P117

表 2-3 總損失分配

| 損失次數 | 總損失結果 | 每一結果的機率計算 | 總損失 (小→大) (百萬元) | 機率 |
|------|--------------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| 0 | - | - | 0 | 0.6 |
| 1 | (2); (4) | (0.3x0.8); (0.3x0.2) | 2 | 0.24 |
| 2 | (2; 2) (4; 4) (2; 4) (4; 2) | (0.1x0.8x0.8) (0.1x0.2x0.2) (0.1x0.8x0.2) (0.1x0.2x0.8) | 4 6 8 | 0.124 0.032 0.004 1 |

資料來源：宋明哲(2001)，現代風險管理，P118

每一個別風險經由前述過程，可得出其總損失的機率分配。透過統計技術組合，可得出所有危害性風險總損失分配。換言之，即可估計出所有危害性風險的水準。統計技術組合過程，簡要地以圖 2-1 顯示。

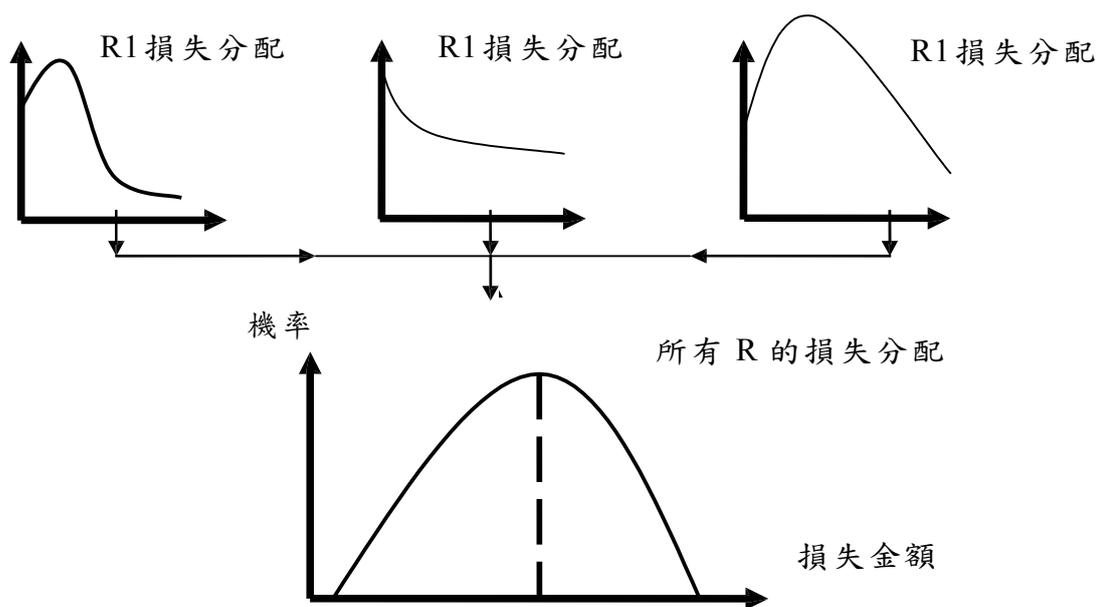


圖 2-1 危害性風險組合過程

資料來源：宋明哲(2001)，現代風險管理，P118

第三節 營建機具保險之探討

在相同期望值下，風險厭惡者(Risk Aversion)較喜歡確定金額之財富，而非不確定金額之財富，故其需獲得財富補償，即風險貼水²(Risk Premium)以參與此賭局 (Harrington Niehaus ,2003)。保險公司為風險厭惡者，其核保決策將篩選風險低且風險貼水最多者承保，因此有關

² 風險貼水 (risk premium)，係指投資者對投資風險所要求的較高報酬率，以彌補投資者對高風險的承受，這種額外增加的報酬率，稱風險貼水。

如何制定合宜之營建機具險核保決策方法已有多方面研究。

沈永年(2003)於「施工機械」中定義，利用機械所產生動力，配以不同用途的機具而擔任土木、建築等工程之施工工作，此等機具設備稱為營建機具(Construction Equipment)又稱標準機具，係一般工程均能使用之通用機械，譬如推土機、傾卸車與吊車等。另一類為專為某工程使用而特別製造之機械，稱為特種機械(Special Equipment)，譬如潛盾機、索道吊車等。

台灣營建機具的發展可以施工方式的演變，概略分成機械設備艱困階段、十大建設及其後續十二大、十四大建設的機械化施工階段、國建六年計畫的營造自動化萌芽階段等三階段：

一、機械設備艱困階段

在 1973 年進行十大建設以前，國內工程主要來自遭戰爭破壞的生產設備或交通設施及政府連續推動的第一期到第五期四年經建計畫，此時國內民間工程公司由於規模太小，施工機械及技術相當落後，大部分工程均以傳統施工方式進行，主要施工機械設備仍是相當克難的機械及傳統手工具，當時公路上的搬運車輛及簡單吊裝機械是屬於昂貴的裝備。此階段的公共建設以鐵路局、公路局、水利局及港務局、林務局為主，使用的機械設備主要是由大陸撤退時運送來台的舊有裝備克難改裝而成，或由爭取美援而來的，機械設備的獲得在此階段仍相當艱困。

此階段較重要的工程有中部東西橫貫公路、蘇花公路、西螺大橋、全省環島公路及橋樑、縱貫鐵路複線工程、高雄港、基隆港、花蓮港擴建、松山機場擴建及石門水庫水力發電、林口及深澳火力發電、白河水庫、曾文水庫、第一、二輕油裂解計畫等，其中本階段末期的石門水庫及曾文水庫兩項規模龐大、影響民生至鉅的工程，引進了大量營建機具，而使國內土木工程業進入機械施工階段。

二、機械化施工階段

1973 年以後，政府積極推動十大建設，由於工程規模龐大，以非傳統手工具及簡單機械施工所能克服，及大力推動施工機械化，當時因教育普及，施工技術人才的培育與施工機械作業人員的訓練並無困難，且因社會安定，民生逐漸富裕，施工機械之取得亦無困難，但因十大建設的建設型態多屬於基本建設，故此階段引進的施工機械多為基本建設機械。

三、營造自動化萌芽階段

1991 年代政府積極推動國建六年計畫，由於計劃實施的迫切性及國內勞工嚴重短缺，致使國際營造商虎視眈眈，外籍勞工充斥國內，政府遂積極提倡營造自動化，鼓勵民間土木工程業者及學術研究機構共同開發符合國內營造需求的自動化機械及施工技術。

1988 年開始興建的台北捷運系統、2006 年營運之台灣高速鐵路及 2001 年進行施工之高雄捷運系統等重大工程除了投入巨額工程費用、人力及技術資源外，亦必須使用大量的各式營建機具設備才能夠完成各項之工程。

每個國家或地區之營建機具設備種類亦有所差異，例如高緯度地區於寒冬季節相當重要且必須使用之鏟雪設備，於非寒帶地區幾乎是不可能使用。根據本研究之整理，茲將台灣地區較常見之營建機具設備依照施工用途性質分類如表 2-4 營建機具分類表所示。

表 2-4 營建機具分類表

| 分類代號 | 機 具 種 類 | 自 負 額 |
|------|------------------------|-------------------------------|
| 3010 | 起重類機具 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10~20 萬 |
| 3011 | 輪式起重機、卡車起重機、履帶式起重機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 20 萬 |
| 3012 | 塔式起重機、人字臂起重機、升高式起重機 | 每一事故損失金額之 30% ，最低不得少於 20 萬 |
| 3013 | 高架伸臂式起重機、碼頭貨櫃起重機、橋式起重機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 20 萬 |
| 3014 | 跨載式起重機、門式起重機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 20 萬 |
| 3015 | 架空移動式起重機、廠房內使用之起重機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 20 萬 |
| 3016 | 纜索起重機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3017 | 起重架、吊桿 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3020 | 活動式機具 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 5~10 萬 |
| 3021 | 堆高機、裝載機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 5~10 萬 |
| 3022 | 挖土機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3023 | 推土機、鏟土機、鏟裝機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3024 | 滾壓機、鋪料機、刮路機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3025 | 卡車、水車、水泥幫浦車 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |

| 分類代號 | 機 具 種 類 | 自 負 額 |
|------|-------------------------|--------------------------------|
| 3030 | 固定或軌道式機具 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3031 | 鑽機、打樁機、破碎機、搖管機、連續壁鑽機、套管 | 每一事故損失金額之 30% ，最低不得少於 30 萬 |
| 3032 | 發電機、電焊機、切割工具、高壓灌漿機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3033 | 隧道鑽掘機、管線推進機、潛盾機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 50~100 萬 |
| 3034 | 水泥預拌廠、瀝青廠、碎石廠、各型加工預製工廠 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 20 萬 |
| 3035 | 火車、機車、軌道式牽引車、軌道式電焊機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 20 萬 |
| 3036 | 鷹架、鋼模、各種模型 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3037 | 橋樑工作車、節塊推進機 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 50~100 萬 |
| 3041 | 農業機械 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |
| 3042 | 觀測儀器 | 每一事故損失金額之 20% ，最低不得少於 10 萬 |

資料來源：財團法人工程保險協進會（EIA）提供

經由上述文獻，可知營建機具保險茲因涉及層面過多，目前研究者多偏於單項因素考量，如保額、自負額、單類工程等進行研究，雖皆可提供核保決策參考，但仍無法令核保人能夠簡捷、正確計算出標的所面臨風險之最大可能損失為何。

第三章 研究方法

本研究方法將採取歷史模擬法以建構風險值之方式進行研究，因其他模擬方法須輸入參數，往往苦於資產報酬率波動性、相關性等的估計誤差，而歷史模擬法具有無母數方法的特性（不需加諸統計分配），可避免參數估計誤差的問題。事實上，歷史序列資料已反映資產過去損益變化之間的相關性(分散效果)及波動性，此特性使得歷史模擬法不受模式風險(model risk)的影響。茲將相關研究問題、目標及建構步驟詳述如後：

第一節 研究問題、目標與資料說明

本研究主要著重最大可能損失乃評估營建機具綜合保險所承擔風險水平最重要指標之一，尤其台灣地區保險業者經營營建機具綜合保險面臨市場競爭的風險，如何推估正確最大可能損失以計算出在不危及保險經營政策下的合理保費極為重要，茲將本研究所探討的主要問題及目標分述如後：

(一)營建機具綜合保險之最大可能損失是否可利用風險值推估？

風險值常運用於財務風險管理，至今少有與營建機具綜合保險核保聯結之運用，本研究擬利用風險值推估營建機具綜合保險之最大可能損失是否能讓核保人員自行研判更具理論基礎。

(二)風險值是否能提高營建機具綜合保險之最大可能損失推估準確度？

與現行實務營建機具綜合保險最大可能損失之推估由核保人自行憑經驗判斷比較，本研究希望能提供一準確度較高之

可能損失值。

(三)推估之最大可能損失模型是否可運用於風險管理策略？

本研究希望利用風險值所推估之值，具有風險衡量之依據，風險管理人可據此制定相關風險管理策略，如保險公司運用於衡量單一危險可承擔量，或單一地區累積風險可承擔量後，進行風險移轉或避免等風險管理策略。

(四)是否可成爲監理單位隨時衡量風險之依據？

監理單位衡量保險公司單一險種風險標準，仍以保險金額爲依據，造成國內市場承保能量不足。本研究將採用國內保險公司資料分析建構之結果，希望提供監理單位隨時衡量風險之依據。

本研究擬利用營建機具綜合保險損失資料數據，利用 SPSS 軟體統計系統計算出 VaR 值，分析營建機具綜合保險在不同機具、不同損失原因等變數下，推估其不同變數下的最大可能損失，藉以提供產險公司營建機具綜合保險核保人員及監理單位參考，並作為風險管理人可據此制定相關風險管理策略。

第二節 建構風險值

一、歷史模擬法

以歷史模擬法估算未來一天的風險值程序如下：首先模擬個別資產的損益分配，令為第 i 項資產在時間 t 的價格，如果投資者身處於時間 0 ，選取過去 $N+1$ 天的價格為模擬資料，如圖 4-1、圖 4-2 所示。

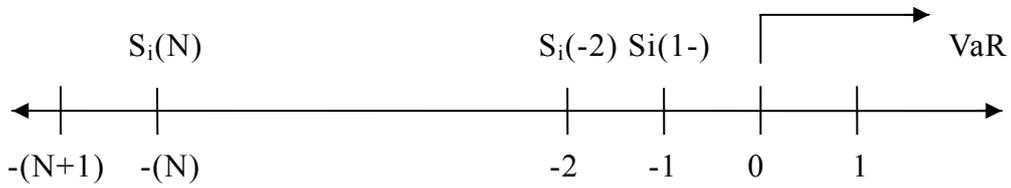


圖 3-1 歷史模擬法資料時間

資料來源：李進生(2001)，風險值理論與運用，P6-4

將相鄰兩天的價格相減，則求出過去 $N+1$ 天該資產的每日損益(價格變化)向量可表示為：

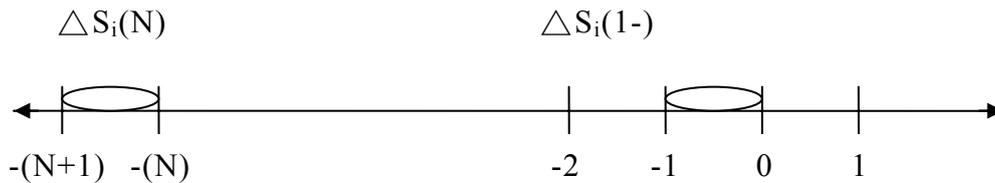


圖 3-2 歷史模擬法資料時間

資料來源：李進生(2001)，風險值理論與運用，P6-4

此損益數列是過去 $N+1$ 日中所發生的，歷史模擬法將之用以代表未來一天可能發生的種種情況。將目前的資產價格加上歷史損益向量至，即可描繪出該資產未來一日的 N 種可能損益狀況如下：

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

其中 $HS-S_i(j)$, $j=1,2,\dots,N$ 為 S_i 在未來一日價格($S_i(1)$)的第 j 種情況下可能發生的模擬價格(Historical Simulation of S_i , $HS-S$)。接下來將個別資產損益由小至大排序來描繪出損益分配，然後依據分位數估算出不同信賴機率水準的風險值。以上為單一資產的歷史模擬狀況，上述架構可以延伸為包含多個資產之投資組合的損益。假設一投資組合包含 m 項資產($S_1\dots S_m$)，首先算出個資產的歷史損益模擬按 m 個投資組合中的權重予以加總，即可得此投資組合過去的損益分配。表 3-1 描述各項資產未來一天不同狀況下的損益矩陣。

表 3-1 描述在一日($t=1$) N 種狀況下 m 種資產可能發生的價格，而最後一行為投資組合在不同狀況下的價格。其中 w_1 至 w_m 為當下的投資權重，此權重於模擬時始終維持不變。而在第 k 種狀況下的投資組合，即是將此狀況下的各資產損益分別乘以其權重後再加總。

表 3-1 資產損益模擬矩陣

| 時間 \ 權重 | | 權重 | | | | 投資組合價值 |
|---------|--------|-------------|-------------|-----|-------------|---------|
| | | w_1 | w_2 | ... | w_m | |
| $t=0$ | | $S_1(0)$ | $S_2(0)$ | ... | $S_m(0)$ | PV_0 |
| $t=1$ | 狀況一 | $HS-S_1(1)$ | $HS-S_2(1)$ | ... | $HS-S_m(1)$ | $PV(1)$ |
| | 狀況二 | $HS-S_1(2)$ | $HS-S_2(2)$ | ... | $HS-S_m(2)$ | $PV(2)$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ... | ⋮ | ⋮ |
| | 狀況 N | $HS-S_1(N)$ | $HS-S_2(N)$ | ... | $HS-S_m(N)$ | $PV(N)$ |

資料來源：李進生(2001)，風險值理論與運用，P6-5

$$\text{時間 } 0: PV_0 = w_1 S_1(0) + w_2 S_2(0) + \dots + w_m S_m(0)$$

時間 1(狀況 k):

$$PV(k) = w_1(HS-S_1(k)) + w_2(HS-S_2(k)) + w_1(HS-S_1(k)) + \dots + w_1(HS-S_1(k))$$

$$k = 1, 2, \dots, N$$

接下來，計算不同狀況下投資組合的損益金額向量：將每種可能狀況下的投資組合價值 $PV(k)$ 減去當時投資組合價值 PV_0 ，即得投資組合損益金額向量。

$$\Delta PV(1) = PV(1) - PV_0$$

$$\Delta PV(2) = PV(2) - PV_0$$

$$\Delta PV(N) = PV(N) - PV_0$$

其中 PV 為依據各資產原來持有權重所計算的投資組合價值，而 ΔPV 為損益值。

接下來將 ΔPV 由小至大排序來描繪出投資組合的一天損益分配圖，依據分位數估算出不同信賴機率水準風險值。值得注意的是，歷史模擬法過程中仍舊維持個別資產價值歷史資料既有的發生順序，也就是不可以混用不同時間的各股歷史價來計算單一未來狀況。例如，計算狀況 k 下的投資組合價值 $PV(k)$ 時，所代入的各股歷史資料 $S(0)$ 至 $S(m)$ ，都是發生在同一時間的股價。換言之，歷史模擬法以過去某一時點的市場狀況，代表未來一日內可能發生的一種現象。

除了上述的方法外，歷史模擬法也可以先重製投資組合過去的報酬率，再轉換為投資組合 $\sum_{i=1}^m$ 損益。同上，假設投資組合包含 m 項資產，選取過去 $N+1$ 天的歷史報酬率資料，而 $R_{i,t}$ 為第 i 項資產在時間 t 的報酬率， $i=1, 2, \dots, m$ ， $t=-1, -2, \dots, -N$ ，則投資組合在時 t 的報酬率為： $R_t^P = \sum_{i=1}^m w_i R_{i,t}$ ， $t=-1, -2, \dots, -N$

其中 w_i 為第 i 項資產的投資權重。依據計算風險值當時 ($t=0$) 投資組合權重，套用於報酬率向量 $\{R_t^P\}$ $t=-1, -2, \dots, -N$ ，轉為投資組合的損益向量，再將損益由小至大排序，並描出損益分配，由此估算出不同

信賴機率水準的風險值。例如，損益分配由 1000 筆損益描繪而成，在信賴機率水準為 95%情況下，應選取第 51 筆損益金額(由小至大排序)為風險值估計。

二、時間的可加性

要計算風險值首先要定義所欲衡量之不利結果的期間。期間的單位可以是小時、天、或是週。對於投資經理人而言，所選擇的期間可和定期報告期間互相配合，例如每月或是每季。對於銀行經理人而言，此一期間必須夠長到足以掌握交易員持有超過限制的部位。主管機關目前傾向於規定以兩週為期間，主管機關認為兩週的期間必須強制銀行遵守。

為了比較不同期間的風險，我們需要一個轉換的方法—亦即在計量經濟學中著名的問題時間的可加性(time aggregation)。假設我們觀察每日的資料，由此求得風險值的衡量。一般來說，使用較高頻率的資料將較有效率，因為其採用了較多的資訊。

然而，投資期間也可能為 3 個月，所以每日資料的分配必須轉換成為每季資料的分配。假如在期間內的報酬率之間互不相關(或形同隨機漫步)，則轉換方式將十分直接簡單。

要計算時間的可加性問題，等於回到計算隨機變數加總的期望值與變異數。兩期間的報酬率(從 t-2 到 t) $R_{t,2}$ 等於 $R_{t-1} + R_t$ ，下標數字為 2 表示時間區間為 2 期。故期望值與變異數分別為

$$E(X_1+X_2)=E(X_1)+E(X_2) \text{ 以及}$$

$$V(X_1+X_2)=V(X_1)+V(X_2)+ 2\text{cov}(X_1, X_2)。$$

為了將時間加總，我們必須要引進一個相當重要的假設：跨越連續期間的報酬率之間是互不相關的。此一假設和效率市場(efficient

markets)的概念是一致的，在效率市場中，現在的價格包括了某一特定資產的所有相關資訊。假定如此，根據定義、所有的價格變動皆係導因於新資訊的披露，故價格是不可預期的，所以亦不相關的：價格乃是隨機漫步(random walk)，所以 $COV(X1, X2)$ 這個相乘積項目就必須等於 0。另外，我們可以合理地假設報酬率在期間內乃是相同的分配，亦即 $E(R_{t-1})=E(R_t)=E(R)$ 以及 $V(R_{t-1})=V(R_t)=V(R)$ 。

基於上述兩項假設，橫跨兩期間的期望報酬率便等於 $E(R_{t,2})=E(R_{t-1})+E(R_t)=2E(R)$ ，變異數為 $V(R_{t,2})=V(R_{t-1})+V(R_t)=2V(R)$ 。所以我們可以說兩天期間的預期報酬率乃是一天期間預期報酬率的兩倍；變異數也是相同的情況。預期報酬率和變異數均隨時間而呈線性增加。相反地，波動性是隨著時間的平方根而成長。

總結來看，欲將日、月、或季的資料轉換為年的資料，我們可以使用下列公式：

$$\mu = \mu \text{ 每年 } T \quad \text{式 3-1}$$

$$\sigma = \sigma \text{ 每年 } \sqrt{T} \quad (\text{其中 } T \text{ 表示年數}) \quad \text{式 3-2}$$

三、建構風險值的步驟

由公式 $VAR = -R^* \times W = W\mu + W\alpha\sigma$ 再考慮時間可加性，將公式 3-1 及公式 3-2 代入即得

$$VAR = W\mu T + W\alpha\sigma\sqrt{T} \quad \text{式 3-3}$$

舉例而言，假設我們需要以 99% 信賴水準，衡量 10 天期 1 億美元權益投資組合的風險值。以下為計算風險值的必要步驟：

(一)投資組合市價評價(例如：1 億美元)

(二)衡量風險因數的波動性(例如：每年 15%)，即為公式 3-1 中之

σ

(三)設定時間區間，或持有期間(例如：調整為 10 個營業日)，即為公式 3-2 中之 T

(四)設定信賴水準(例如：99%，也就是常態分配因數等於 2.33)，即為公式 3-1 中之 α

(五)處理前述資訊後，回報最壞的損失(例如：風險值為 7 百萬美元)

由公式 3-3 可得：

$$\text{VAR}=\$100\text{M} \times 15\% \times \sqrt{(10/252)} \times 2.33 = \$7\text{million} \quad \text{式 3-4}$$

第三節 建構 MPL 模型

由歷史模擬法及風險值建構之必要步驟，並藉前節基礎下，本節將以下列步驟建構營建機具綜合保險之 MPL 如後：

一、建構步驟

(一)首先將損失資料的分類整合：

依據營建機具綜合保險出險日期、損失原因、賠付金額等加以分類資料。

(二)取一組資料並加以分析：

從損失資料中分類後，進而可以選取及分析其 MPL，損失原因為碰撞 / 損失紀錄。

(三)計算出每筆每日損失波動性：

各單筆營建機具綜合保險之損失即為一獨立單位，利用損失資料計算其損失率，以 R_i 表示。如第 p 筆損失資料，其每日波動性 R_p 為：

$$R_p = \text{第 } p \text{ 筆損失金額} / \text{第 } p \text{ 筆保險金額} / \text{損失發生(日數)}$$

式 3-5

(四)將損失波動性 R_i 由小而大排列：

每筆損失資料依據公式 4-5 求得後由小而大排列。

(五)設定時間區間，或持有期間：

保單之保險期間，即為持有期間，以 T_s 表示。

(六)設定信賴水準

本研究將採信心水準：95%，也就是所求資料依大小排列後計算第 5% 所在之值，以 R_x 表示。

(七)建構單一風險於保險期間最大可能損失

(八)將預估計保期 T_s 加入，即得單一各分類營建機具於保險期間之單一損失原因之於 95% 信心水準之 VAR (單一風險)

$$= R_x \times \text{保險金額} \times \sqrt{T_s}$$

式 3-6

(九)建立 MPL 模型 $= E(x) = \Sigma \text{VAR}(\text{單一風險}) \times \text{單一風險機率}(\rho)$

營建機具綜合保險之風險

$$E(S) = \rho \times R_x \times \text{保險金額} \times \sqrt{T_s}$$

式 3-7

二、建構 MPL 值

藉由上述結果及利用 SPSS 統計程式，依循各步驟加以建立營建機具綜合保險(出險保單)之 MPL 模型，估計取得資料超過 3,100 筆，將以 CODE/出險日期/損失原因為人為疏忽/之損失紀錄為例，逐步操作如后，餘請詳附錄一至十。

三、平均每日波動性 RP

首先將研究之資料分類整合，從損失資料中分類後，各單筆營建機具綜合保險之損失即為一獨立單位，利用 CODE/3011/損失原因/人為疏忽之資料計算其損失率，以 Ri 表示計算每筆之 Rp，如表 3-2。

表 3-2 求 Rp 表

| NO | 保險金額 NT\$(1) | 賠付金額 NT\$(2) | √天數 (3) | 賠款/保額 (4)=(2)/(1) | Rp (5)=(4)/(3) |
|----|-----------------|-----------------|------------|----------------------|-------------------|
| 1 | 28,500,000 | 861,500 | 19.05256 | 0.030228070 | 0.001586562 |
| 2 | 24,000,000 | 726,500 | 19.05256 | 0.030270833 | 0.001588807 |
| 3 | 19,000,000 | 576,500 | 19.05256 | 0.030342105 | 0.001592548 |
| 4 | 19,000,000 | 576,500 | 19.05256 | 0.030342105 | 0.001592548 |
| 5 | 16,000,000 | 486,500 | 19.05256 | 0.030406250 | 0.001595914 |
| 6 | 12,500,000 | 381,500 | 19.05256 | 0.030520000 | 0.001601885 |
| 7 | 12,500,000 | 381,500 | 19.05256 | 0.030520000 | 0.001601885 |
| 8 | 12,500,000 | 381,500 | 19.05256 | 0.030520000 | 0.001601885 |
| 9 | 12,500,000 | 381,500 | 19.05256 | 0.030520000 | 0.001601885 |
| 10 | 12,500,000 | 381,500 | 19.05256 | 0.030520000 | 0.001601885 |
| 11 | 12,500,000 | 381,500 | 19.05256 | 0.030520000 | 0.001601885 |
| 12 | 12,500,000 | 381,500 | 19.05256 | 0.030520000 | 0.001601885 |
| 13 | 12,500,000 | 381,500 | 19.05256 | 0.030520000 | 0.001601885 |

資料來源：本研究整理

(一)建構單一風險於保險期間最大可能損失：

本研究利用 SPSS 統計程式得出經大小排列統計後採信心水準 95%，也就是所求資料依大小排列後計算第 5 % 所在之值，則於營建機具綜合保險 VaR 值為：

$$= R_x \times \text{保險金額} \times \sqrt{T_s}$$

(二)建立營建機具綜合保險之 MPL 模型

依據公式可得出風險值如下：

$$\begin{aligned} \text{VaR} &= E(x) = \rho x R_x \times \text{保險金額} \times \sqrt{T_s} \\ &= \rho_{3011} x R_x \times \text{保險金額} \times \sqrt{T_s} \end{aligned} \quad \text{式 3-8}$$

將表 4-2 值代入，即可求得出於 95%信心水準下，於保險期間最大可能損失為：

$$\text{VaR} = E(x) = 0.04411 \times \text{保險金額} \times \sqrt{T_s} \quad \text{式 3-9}$$

並以式 4-9 得：

特定損失原因之風險部位

$$= (x) = \rho x R_x \times \text{保險金額} \times \sqrt{T_s} \quad \text{式 3-10}$$

第四節 回溯測試

風險值模型只有在它們能夠合理預測風險的範圍內才有用，模型確認為檢查模型是否適用的一般可由回溯測試法(backtesting)、壓力測試法(stress testing)、以及獨立的檢視與監督等來完成。

本研究將採用回溯測試法確認前述所導 MPL 模型之正確性，回溯測試法，係為包括確認實際損失是否與預期損失一致的正式統計架構，牽涉到系統性地比較風險值預測歷史紀錄，以及與其相關的投資組合報酬。

此過程有時稱為實際查核(reality checks)，對風險值的使用者與風險經理人來說，是相當重要的，因為他們必須確定風險值預測是精確校準過的。若非如此，需要重新檢視模型中是否有錯誤假設、錯誤參數，或是不正確的模型化，此過程亦可供改善之用。

模型的回溯測試，涉及系統性地比較歷史風險值衡量與接續而來的報酬，亦即在於：風險值乃是根據某一特定的信賴水準所計算求得，故我們可預期將會有某些數值會超過估計值的情況；例如在 95% 的信賴水準下，有 5% 的觀察值將會超過風險值。但是可以確定的是，我們不會正好觀察到 5% 超額的差值。運氣不好的時候，可能會產生較大的百分比，也許是 6% 至 8% 之間。然而，如果差值的頻率過高，例如 10% 至 20%，則使用者毫無疑問地可斷定問題出在模型本身，而非單純的運氣不好，並可據以著手改正動作。而如何下這個決定，正是典型的統計決策問題：接受或拒絕，如表 3-3 所示。

表 3-3 統計決策問題表

| 模型 | | |
|----|------|------|
| 決策 | 正確 | 錯誤 |
| 接受 | 無誤 | 型二錯誤 |
| 拒絕 | 型一錯誤 | 無誤 |

資料來源：李進生(2001)，風險值理論與運用，P4-2

Kupiec (1995) 運用在既定信賴區間、樣本數範圍下，求算出實際損失超出風險值之區間、及在統計學上無法拒絕虛無假設之個數，並據以進行內部模型「回溯測試」信賴區間非拒絕檢定，失敗次數 N 的非拒絕區域，以對數概似比率的尾點來定義，即 $LRuc > 3.84$ 時，將拒絕虛無假設，如表 3-4 所示。

$$LRuc = -2\ln[(1-p)^{T-N} p^N] + 2\ln \left[\frac{1-(T-N)}{T-N} \frac{T-N}{N} \right] \quad \text{式 3-11}$$

表 3-4 失敗次數 N 的非拒絕區域表

| 機率水準 p | 風險值 信賴水準 | 失敗次數 N 的非拒絕區域 | | |
|-----------|-------------|---------------|-------------|--------------|
| | | T=255 | T=510 | T=1,000 |
| 0.010 | 99.0% | N < 7 | 1 < N < 11 | 4 < N < 17 |
| 0.025 | 97.5% | 2 < N < 12 | 6 < N < 21 | 15 < N < 36 |
| 0.050 | 95.0% | 6 < N < 21 | 16 < N < 36 | 37 < N < 65 |
| 0.075 | 92.5% | 11 < N < 28 | 27 < N < 51 | 59 < N < 92 |
| 0.100 | 90.0% | 16 < N < 36 | 38 < N < 65 | 81 < N < 120 |

資料來源：Philippe Jorion，Value at Risk :benchmark for managing financial risk 2e，2000，
p136

針對表 3-4 所示，以風險值信賴水準 99%，期間 T=510 天為例：

- (一)N 次數 1~1 次：為「回溯測試」之標準次數。
- (二)N 次數 < 1 次：type I 誤差，有高估風險值的模型。
- (三)N 次數 ≥ 12 次：type II 誤差，有低估風險值的模型；或此模型無效、不正確。

本研究採用式 3-11，對各出險代號求得失敗次數 N 的非拒絕區域，如表 3-5 各出險代號之失敗次數 N 的非拒絕區域表，並以依此進行回溯測試，以檢視所建構模型是否正確或需修正。

表 3-5 各地區之失敗次數 N 的非拒絕區域表

| Code | 出險次數 | 失敗次數 N 的非拒絕區域 | | |
|------|------|---------------|-------|----|
| 3011 | 541 | 18 | < N < | 35 |
| 3012 | 773 | 28 | < N < | 51 |
| 3022 | 638 | 22 | < N < | 43 |
| 3023 | 9 | 1 | < N < | 2 |

資料來源：本研究整理

第四章 研究結果及模型應用

第一節 研究結果

經由前章所述，逐步建構營建機具綜合保險之最大可能損失模型，茲推估結果如后表 4-1 各 Code 之最大可能損失模型：

表 4-1 各 CODE 之最大可能損失模型表

| CODE | 最大可能損失模型 | 失敗次數 N | 檢定結果 |
|------|------------------------------------|--------|-----------|
| 3011 | 0.044205556 x 保險金額 x \sqrt{Tp}) | 3 | 標準次數 |
| 3012 | 0.043774476 x 保險金額 x \sqrt{Tp}) | 8 | 標準次數 |
| 3022 | 0.044381134 x 保險金額 x \sqrt{Tp}) | 5 | 標準次數 |
| 3023 | 0.037509217 x 保險金額 x \sqrt{Tp}) | 0 | type I 誤差 |

資料來源：本研究整理

本研究為求統計簡便，已將損失金額千位數以下省略，並由於本研究採歷史模擬法，經 SPSS 系統程式逐筆計算後發現過小的賠償金額將影響 VaR 值正確性，故本研究將過小賠款(NT\$100,000)以下將不予採用。經由推演結果暨進行回溯測試發現，皆在標準次數內，而其中即所推估之值，有高估之虞，本研究將採用。

第二節 模型應用

為使各相關人員明瞭所建構模型之運用，茲特以兩實例針對各相關人員可如何加以運用進行說明如後：

案例一：台灣地區營建機具綜合保險

(一) 保單概況

1. 機型及內容

XX 起重有限公司投保營建機具綜合保險，其條件內容如下：

機型：油壓式起重機(Hydraulic cranes)

產地：日本(Japan)

廠牌：TADANC

年份：2007 年製造

噸位：100 公噸

2. 保單內容

地區：台灣

Code：3011

保險期間：5/01/2008 至 5/01/2009

承保範圍：營建機具綜合保險本體

保險金額：NT\$36,000,000

費率：0.2%

自負額：每一事故損失金額之 20%，最低不得少於 20 萬

(二) 推估 MPL 值

經由上述資料可知營建機具綜合保險，保險金額 NT\$36,000,000.-，保險期間一年，藉由表 5-1 可得在於 95%信心水準下，於保險期間第 50 天最大可能損失為：

$$\begin{aligned}\text{VAR} &= E(x) = 0.044205556 \times \text{保險金額} \times \sqrt{Tp} \\ &= 0.044205556 \times \text{NT\$ } 36,000,000 \times \sqrt{50} \\ &= \text{NT\$ } 11,252,897\end{aligned}$$

並由式 3-10，可求得各風險因子之 MPL 如表 4-2 及圖 4-1。

表 4-2 案例一 營建機具綜合保險之各風險因子之 MPL 表

| 損失原因 | MPL 值 | 比重 | 比重排序 |
|------|------------|---------|------|
| 124 | 9,817,685 | 87.25% | 1 |
| 134 | 83,201 | 0.74% | 4 |
| 135 | 1,102,410 | 9.80% | 2 |
| 136 | 249,602 | 2.22% | 3 |
| 總和 | 11,252,897 | 100.00% | |

資料來源：本研究整理

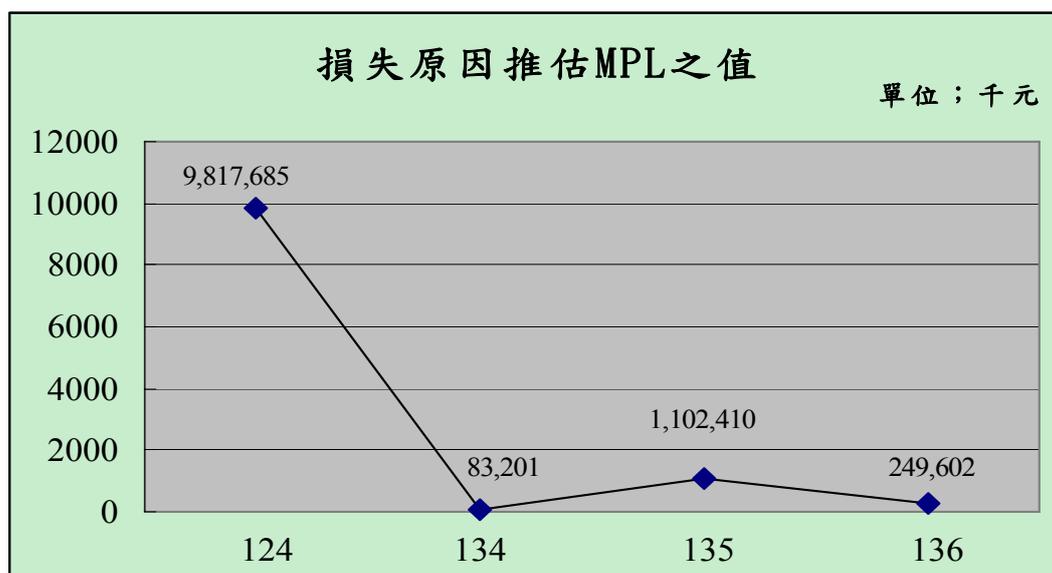


圖 4-1 案例一 營建機具綜合保險~各風險因子之 MPL 折線圖

資料來源：本研究整理

(三) 各相關人員之運用

1. 保險人：

(1) 核保面：

一般核保決策的過程：首先係進行風險因素的分析後，再參照要保條件以照案承保或其他選擇方案，本案藉由上述分析確認各風險因數之最大可能損失，核保人可據以提出承保條件，如針對風險高之因數 124 訂立不同自負額或與加貼其他限制條款以控制此部份風險，並依據此 MPL 之值與出險機率可視為純保費而按目前營建機具綜合保險市場，訂出適當的費率，以收取合理保費，若 MPL 過高，則可提高再保險比率或拒保。

(2) 風險管控：

經由上述分析，及表 5-1 可得：特定期間之風險部位 = $E(S) = VaR \times \text{保險金額} \times \sqrt{T_s} = 0.044205556 \times \text{NT\$ } 36,000,000 \times \sqrt{T_s}$ ，如於保險期間內第 100 天時，本案於該日之 MPL = 新台幣 15,914,000 元，故保險人可隨時掌握本案風險程度，保險人可依可承擔水準，進行風險控管。

2. 被保險人：

被保險人亦可善用公司有限資源，以達價值極大化，可於保險市場緊縮(Hard Market)時，針對損失金額推估高於 50 萬元之風險較高風險因數加以投保，進行風險移轉；而風險較低風險因數則以提存準備金或自保方式進行，並加強風險控制；而於保險市場寬鬆(Soft Market)時，則可採投保保險方式進行風險移轉。

3. 監理單位：

目前有關工程險保險人自留部份相關監理規定有二：

- (1) 保險法第 147 條規定：保險業辦理再保險之分出、分入或其他危險分散機制業務之方式、限額及其他應遵行事項之辦法，由主管機關定之。
- (2) 財政部 1993 年工程保險自留辦法規定：每一危險單位以保險金額為準，若有賠償限額則以限額為準。

故營建機具綜合保險方式完全以保險金額視為考量，忽略該保險特色，且因國內營建機具綜合保險保險金額自留甚少，影響該險種發展。而營建機具綜合保險監理方式會完全以保險金額為準而不採用 MPL，係因目前並無建立一套公用方式可供推估，本研究將可解決之問題。

本案例於 95% 信心水準下之 MPL 推估為新台幣 11,252,897 元，而基於監理單位必須更為嚴謹可改 99% 信心水準為監理標準，經轉換可得 MPL 為新台幣 30,403,654 元，藉用此監理標準，將較現行監理更為精確。

案例二：台灣地區營建機具綜合保險

(一) 保單概況

1. 船型及內容

XX 起重有限公司投保營建機具綜合保險，其條件內容如下：

機型：挖土機 (Excavator)

產地：德國 (Germany)

廠牌：KOMATSU

年份：2008 年製造

2.保單內容

地區：台灣

Code：3022

保險期間：6/08/2008 至 6/08/2009

承保範圍：營建機具綜合保險本體

保險金額：NT\$6,000,000

費率：0.25%

自負額：每一事故損失金額之 20%，最低不得少於 10 萬

(二) 推估 MPL 值

經由上述資料可知保險標的是輪式挖土機，保險金額 NT\$6,000,000.-，保險期間一年，藉由表 4-1 可得於 95%信心水準下，於保險期間於第 50 天最大可能損失為：

$$\begin{aligned}\text{VAR} = E(x) &= 0.044381134 \times \text{保險金額} \times \sqrt{Tp} \\ &= 0.044381134 \times \text{NT\$6,000,000} \times \sqrt{50} \\ &= \text{NT\$1,882,932}\end{aligned}$$

表 4-3 案例二 營建機具綜合保險之各風險因子之 MPL 表

| 損失原因 | MPL 值 | 比重 | 比重排序 |
|------|-----------|---------|------|
| 124 | 774,978 | 41.16% | 2 |
| 134 | 67,774 | 3.60% | 3 |
| 135 | 990,086 | 52.58% | 1 |
| 140 | 11,787 | 0.63% | 5 |
| 141 | 38,307 | 2.03% | 4 |
| 總和 | 1,882,932 | 100.00% | |

資料來源：本研究整理

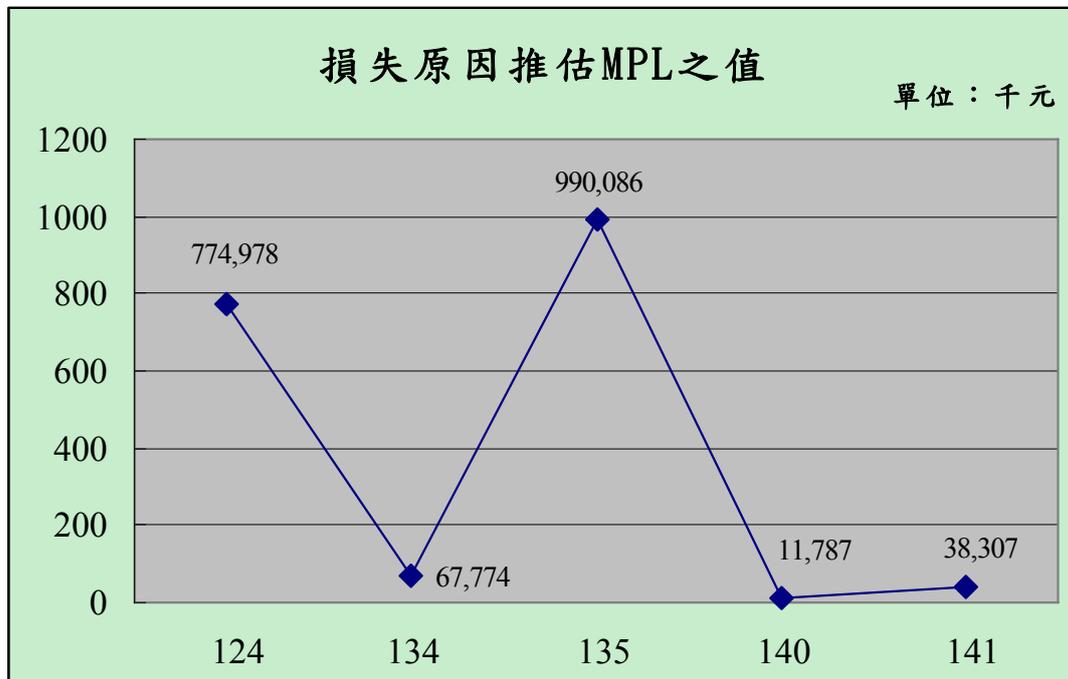


圖 4-2 案例二 營建機具綜合保險~各風險因子之 MPL 折線圖

資料來源：本研究整理

(三) 各相關人員之運用

1. 保險人：

(1) 核保面：

本案藉由上述分析，確認各風險因數之最大可能損失，可知該標的物主要風險係 134、135、141 等風險，核保人需加高自負額或加貼其他限制條款以控制此部份風險，尤其 135 碰撞及 141 惡意破壞行為風險，在台灣地區損率最高，依據此 MPL 之值應對碰撞及惡意破壞行為風險應加高保費率或訂賠償限額亦或除外不保。

(2)風險管控：

經由上述分析，及式 3-7 可得：特定期間之風險部位＝ $E(S)=0.044381134 \times \text{保險金額} \times \sqrt{Tp}$ ，保險人可隨時掌握本案風險程度，保險人可依可承擔水準，進行風險控管。本案茲因天災風險小較小，茲因被保險人能避開颱風等氣候不佳因素，保險人可衡量自身可承受量，增加天災部份自留，以挹注保費。

2.被保險人：

被保險人經由上述分析可知，該工程面臨較大的失蹤風險，必須加以控制，亦即除需藉由財務風險理財控制外，更需補強風險控制，如加強作業安全及工安管理。

3.監理單位：

本案例於 95%信心水準下之 MPL 推估為新台幣 1,882,932 元，監理單位以此為監理標準，將較現行監理更為精確。

第五章 結論與建議

第一節 結 論

保險業經營者及核保人對營建機具綜合保險風險評估進行核保定價，以往易犯策略錯誤，造成無法彌補之損失。經由本研究結果利用風險值迅速、正確計算出要保案件之最大可能損失以資參考，其結論如下：

(一) 營建機具綜合保險之最大可能損失可利用風險值推估

經研究結果風險值可與營建機具綜合保險核保作聯結運用，本研究利用國內保險同業資料分析建構之結果，其風險值經回溯測試為標準範圍內，可供核保單位參考。

(二) 風險值能提營建機具綜合保險之最大可能損失準確度

本研究經推估分析之風險值，依 CODE 不同有其不同結果，核保人可除自行經驗判斷比較外，以風險值數據提供更高準確度。未來若保險人資料庫建構更完整，則可依機型、損失原因等因素計算出之風險值，做更詳實的 maximum possible loss 評估。

(三) 推估之最大可能損失模型可運用於風險管理策略

本研究利用風險值所推估之值，具有風險衡量之依據，風險管理人可據此制定相關風險管理策略，如保險公司運用於衡量單一危險可承擔量(如碰撞)，累積風險可承擔量後，進行風險移轉或避免等風險管理策略。

(四) 可成爲監理單位隨時衡量風險之依據

雖然營建機具綜合保險相較於其他財產險具有保險金額容易估計

的特性，但礙於營建機具保險價值無一可隨時衡量標準，致監理單位至今仍以保險金額為依據，造成國內市場承保能量不足。本研究結果係採用國內保險同業資料分析建構之結果，足以提供監理單位隨時衡量風險之依據。

第二節 建議

(一) 對保險業方面

針對各保險業承保業務特色，利用風險值建立內部營建機具綜合保險最大可能損失，並據以進行分析最大可能損失模式建立，為制定經營策略及核保政策參考，期使資本有效利用，並能確實掌握風險，提高競爭力。

(二) 對監理單位方面

1. 以 MPL 為承擔風險量取代保險金額

目前營建機具綜合保險方式完全以保險金額視為考量，忽略該保險特色，致國內營建機具綜合保險保額自留甚少，影響該險種發展。而營建機具保險監理方式完全以保險金額為準而不採用 MPL，係因目前並無建築一套公用方式可供推估，本研究將可解決此一問題。故建議可改以 MPL 為承擔風險量，將可改善目前營建機具綜合保險承保能量不足問題。

2. 參考 MPL 值以做為管理保險人風險有否適足性

營建機具綜合保險不同於其他火險及工程險保單茲因標的物可移動，又較車險標的物移動範圍大，其風險常因工程區域危險度不同而隨之改變。監理單位可透過 MPL 的推估掌握保險公司風險累積是否過高，準備金提存是否適足，確保保險人清償能力。

(三) 對被保險人方面

針對較具規模的營建機具公司在其管理上，可借助營建機具綜合保險特性及統計資料，建構風險值系統，俾為風險管理依據，以達公司價值極大化。

第三節 對後續研究者之建議

由於本研究重點置於營建機具綜合保險的財務損失險部份，尚有其他未考慮部份，為使其在風險管理作業上能較為精確，因此對後續研究者有下列建議：

(一) 增加地區考慮因素

本研究主要分係以損失類別及風險因素為分類項目，建議後續研究者可再加入地區分類，如區分台灣北部地區、中部地區、南部地區等各地之風險值，將可更為精確地提供決策參考。

(二) 利用其他方法及分配

本研究係以歷史模擬法建構，建議後續研究者可利用其他方式，如變異數-共變異數法、蒙地卡羅法等進行建構模型其結果並與本研究比較差異，或尋更佳模型檢驗。

(三) 營建機具綜合保險風險值

本研究據以一般輪式起重機、履帶式起重機營建機具為研究標的，建議後續研究者可針對其他機型標的等進一步分析營建機具綜合保險實際上，保險金額與保險期間之關係後，據以建構風險值。

參考文獻

一、中文部份

(一) 書籍:

- 1.宋明哲 (2000)，保險學-純風險與保險 (二版)，台北：五南，頁 335~340。
- 2.宋明哲 (2001)，現代風險管理 (五版)，台北：五南，頁 112~114，頁 112~200。
- 3.杜辰生、邱美玲、卓柏谷、陳佳榮、陳嘉明、陳志雄 (2003)，工程保險第一輯 (修訂一版)，台北：財團法人保險事業發展中心，頁 197~203。
- 4.李進生、謝文良、林允永、蔣炤坪、陳達新、盧陽正 (2001)，風險管理風險值理論與應用 (初版)，新竹：清蔚科技，頁 5-3~5-4。
- 5.李紹廷譯，Stephen J.Hoch Howard C.Kunreuther Robert E.Gunther 等編 (2004)，決策聖經 (初版)，台北：商周出版，頁 06~10,146~148。
- 6.沈永年 (2003)，施工機械 (二版)，台北：全華圖書公司出版，頁 1~8。
- 7.陳繼堯主編 (2002)，工程保險-理論與實務 (初版)，台北：智勝，頁 466~468。
- 8.陳嘉文、張瑞益、蔣存壽、林適祺 (2002)，產險核保。
- 9.陳伯耀等 (2003)，產物保險業核保理賠人員資格考試綱要及參考試題(專業科目篇)(初版)，台北：中華民國產物保險核保學會，頁 2-33。

- 10.劉政明 (1991)，火災保險查勘與損害防阻，初版，台北：宏明，頁 30~36。
- 11.劉福標 (1999)，工程保險與保證，漢天下工程管理顧問有限公司出版，頁 58。

(二)博碩士論文

- 1.呂學侃 (2005)，人壽保險機構納入風險值與資產配置之整合型態風險管理，國立政治大學風險管理與保險研究所碩士論文。
- 2.阮建豐 (2002)，利用混合模型估計風險值的探討，國立政治大學統計系研究所碩士論文。
- 3.邱銓城 (2001)，營造綜合險危險評等方法之研究，國立台灣科技大學營建工程系博士論文。
- 4.吳佳樺 (2001)，建築工程損失機會預測模式之建立與應用，國立台灣科技大學碩士論文。
- 5.陳欽煒 (2007)，營建機具保險理賠案例爭議之研究，銘傳大學風險管理與保險學系碩士論文。
- 6.陳建成 (2003)，以案例式推理推估營造綜合險保險費率之研究，國立中央大學營建管理研究所碩士論文。
- 7.陳昭宏 (1996)，工程保險核保危險評估模式之研究，國立台灣工業技術學院營建工程技術研究所碩士論文。
- 8.張貿易 (2003)，金融商品投資風險評估之研究-以 VaR 模型之歷史模擬法為主，私立中原大學會計系研究所碩士論文。
- 9.張嘉圃 (2001)，營造工程財物損失險承保範圍之研究，國立政治大學碩士論文。

- 10.黃麟凱 (2003), *自負額與保險成本關聯性之探討—以台電工程保險單為例*, 國立高雄第一科技大學風險管理與保險系碩士論文。
- 11.游萬聰 (2006), *台灣地區營造綜合保險最大可能損失之推估-利用風險值*, 銘傳大學風險管理與保險學系碩士論文。
- 12.楊宗庭 (2001), *共同基金風險值的評估與應用*, 台灣大學財務金融研究所碩士論文。
- 13.謝芳宜 (2002), *營造工程財物損失險保險金額釐訂之研究*, 淡江大學保險經營研究所碩士論文。

(三)期刊:

- 1.中華民國產物保險商業公會(2006), *中華民國產物保險概況*, 頁7~10。

二、外文部份

- 1.Alexander (1997), *On the Co VaRiance Matrices Used in Value at Risk Model*, *The Journal of Derivatives*, pp50~62。
- 2.A.Saunders、M.M.Cornett (2003), *financial institutions management*, McGraw Hill, 4th Edition, pp235~239。
- 3.Chiu et al (2005), *Estimation of Value-at-Risk under jump dynamics and asymmetric information*, *Applied Financial Economics*, pp1095~1106。
- 4.Harrington Niehaus (2003), *Risk management & Insurance*, McGraw Hill, 2nd Edition, pp162~165。
- 5.Helmut Heller (2002), *Possible Maximum Loss Assessment of Civil*

- Engineering Project , IMIA-WGP19(02)E , pp4 、 6 、 12 。
- 6.Hendricks(1996) , Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data , Economics Policy Review , pp39~69 。
 - 7.Jackson et al (1997) , Bank Capital and Value at Risk , Journal of Derivatives,Vol.1,Iss.3 , pp79~89 。
 - 8.Kupiec Paul (1995) , Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models , Journal of Derivatives 2 , pp 73~84 。
 - 9.Philippe Jorion (2000) , Value at Risk-The New Benchmark for Managing Financial Risk , McGraw-Hill , Pxxii 、 129 、 pp 134~136 。
 - 10.Su,E. and Knowles (2006) , Asian Pacific Stock Market Volatility Modeling and Value at Risk Analysis , Emerging Markets Finance and Trade , pp18~62 。

