

第貳章 文獻探討

本章分為兩小節，第一節介紹目前信用衍生性商品市場概況，以及雙層擔保債權憑證之商品結構，針對該商品優缺點及投資人可能面臨之風險進行討論；第二節則著重在對於現今信用風險相關之研究進行文獻整理回顧，主要從各重要模型之基本假設、優缺點及實證表現作一分析比較，最後提出本研究之評價基礎。

第一節 雙層擔保債權憑證之介紹

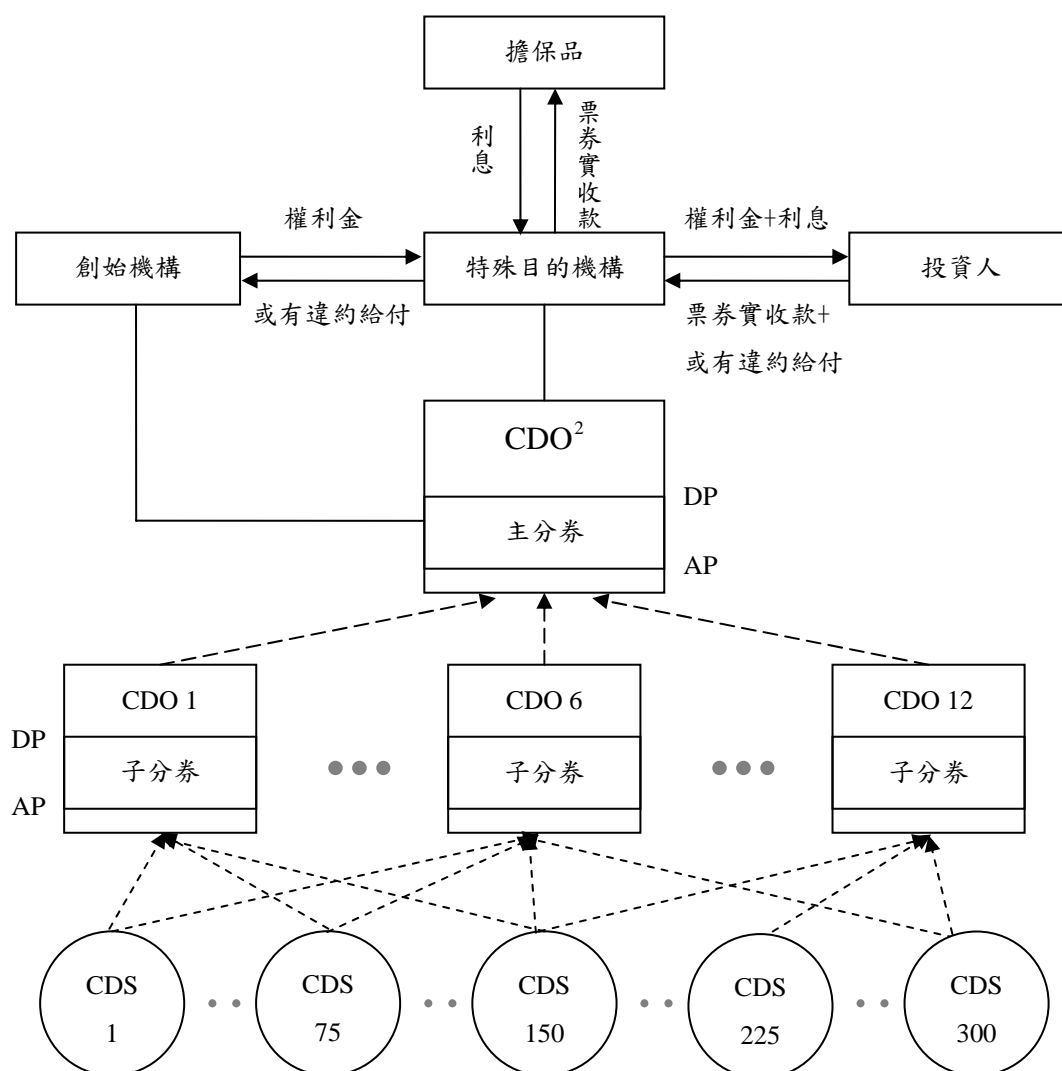
儘管從 2002 年底後，市場上信用價差開始出現緊縮的趨勢，但根據債券市場協會(the Bond Market Association)的統計資料顯示，全球擔保債權憑證在 2006 年的發行量從 2005 年的 \$ 249 兆美元成長至超過 \$ 322 兆美元，全年成長幅度高達 29%，顯見全球擔保債權憑證市場正快速的蓬勃成長，而這也反應在許多新奇複雜的信用衍生性商品，如雙層擔保債權憑證 (CDO-Squared, CDO²) 的推出與發展中。台灣在 2006 年底的金融資產證券化發行餘額已達 \$ 274.82 兆新台幣，而國內為了解決投信公司結構債之流動性問題，更使擔保債券憑證 (CBO) 在 2005 年中崛起而成為證券化商品主流，未來台灣若欲進一步發展雙層擔保債權憑證，最大挑戰將在於單一信用違約交換 (single name CDS) 之建立並加強健全相關服務體系 (infrastructure)，其中關於信用違約交換的建立，將有效深化次級信用風險市場之流動性並增加放款資訊透明度。以下我們就針對雙層擔保債權憑證進行商品介紹。

雙層擔保債權憑證為擔保債權憑證 (CDO) 之衍生性商品，其標的資產是由一群擔保債權憑證之分券所組成，依其標的分券來源之不同，又可分為現金流量型、合成型與混合型三種。現金流量型 CDO² 之標的資產是由數個既存的現金流量型 CDO 所組成；合成型 CDO² 則是由信用違約交換群組及兩層的信用風險結構所組成，其標的 CDO 大部分僅是概念上的存在，目的是用來建構 CDO² 而並未實際在市場上流通；另一種為混合型 CDO²，其標的資產一部份是由合成型 CDO 所組成，另一部份則是由現金或證券化資產，如 ABS、RMBS 或 CMBS 所組成，由於這些結構型金融資產一般皆擁有相當高的信用品質，因此混合型 CDO² 之風險主要來自於標的合成型 CDO。

合成型 CDO² 的發行結構與一般合成型 CDO 相似，創始機構將一貸款債權

群組匯集包裝後，與特殊目的機構（special purpose vehicle, SPV）簽訂信用違約交換合約，規定創始機構定期支付 SPV 固定的權利金，而此一信用違約交換合約如同為貸款債權買一保險，當信用事件發生時創始機構可依契約內容規定獲得全額或部分之賠償。此時 SPV 會接著將這些信用違約交換群組另行分割設計成雙層擔保債權憑證，據以發行不同系列等級之分券予投資人，通常權益分券會出售給追求高報酬的專業資產管理人或是避險基金，次償分券則出售給欲分散其信用風險部位之地區銀行，至於先償分券則會售予再保險公司或是其他尋求低風險之投資人。而 SPV 會將發行分券之實收款額轉投資在具有高信用品質的債券上作為擔保品，以確保未來還本或賠償給付之安全性。我們將 CDO² 的基本發行架構整理繪圖如下：

圖 2.1 合成型雙層擔保債權憑證之發行架構



資料來源：BNP Paribas 網站

典型的合成型 CDO² 顧名思義具有雙層之風險結構，上層之主擔保債權憑證 (master CDO) 是由底下一群子擔保債權憑證之分券 (inner tranche) 所組成。主分券與子分券各自有其損失起賠點 (attachment points, AP) 與損失止賠點 (detachment points, DP) 來定義分券大小與擔保額度 (subordination)，而這些子擔保債權憑證通常會有相同的分券大小與擔保順位，甚至會出現具有相同標的信用群組之情況，這些標的資產的重疊 (overlap) 程度是決定 CDO² 風險特徵的重要因素。

CDO² 的損失機制，是在雙層的擔保債權憑證過濾下產生，我們首先簡介其損失流通過程，稍待第參章的模型設定中將會有更精確的說明：

- (1) 子擔保債權憑證下的標的信用發生違約；
- (2) 相關子擔保債權憑證依照違約金額大小遭受分券本金損失或損失其部分的擔保額度；
- (3) 若一個以上之子分券遭受損失，發生在子分券中的損失金額即會流入主擔保債權憑證；
- (4) 主擔保債權憑證依(3)損失流入金額大小，使分券遭受損失或損失部分的擔保額度。

使用雙層商品結構的好處主要有三點，首先是 CDO² 具有較高程度的風險分散，因為一般的 CDO 底下會有 50-100 個標的信用資產，而 CDO² 底下又包含了 5-10 個這樣的 CDO，因此其總標的資產組合可以達到相當高的風險分散程度；其次是相較其他相同評等之證券，CDO² 的投資人能獲得較高之信用價差收益；最後 CDO² 的雙層結構彈性更能針對不同投資需求進行客製化商品設計，以符合投資人的風險/報酬偏好。

CDO² 通常被視為具有雙層的違約損失保護，要使 CDO² 分券遭受損失的違約家數通常較一般 CDO 為多，但實際上 CDO² 較高的收益率即反映出其擁有較高的風險，對違約的敏感度也更高，此商品特有之複雜結構及風險特徵將在往後章節有深入的探討，我們在此先歸納出投資 CDO² 可能面臨之風險如下：

- (1) 信用風險：由於 CDO² 的標的資產是由一群公司債、銀行貸款或信用違約交換組成，若其中一部份資產發生信用事件，則可能導致本金或利息上的損失。

- (2) 評等波動風險：CDO² 透過結構上之設計，使得各個分券在發行時各有其信用評等，如 AAA/AA/A/NR 等，但評等機構如 S&P、Moody's 與 Fitch 在一段時間後會重新檢視其標的資產組合信用品質的變化，故投資的分券可能會遭到評等機構調降或調升其信用評等。此外，評等機構之評等乃是根據其設計的模型及歷史違約機率得出，高評等的標的並不表示就不會發生任何損失，只能說其發生損失的機率較低。
- (3) 市場風險：標的信用違約交換之價差市場報價會隨著該標的信用品質而改變，若標的信用價差擴大，表示市場認為該資產之信用惡化，由於投資人所收到的權利金於期初設定且在契約期間內固定不變，因此 CDO² 市值會承受因標的信用違約交換價差變動而造成之市場風險。此外，債券均對利率相當敏感，當市場利率上升，債券價格下降；市場利率下降，債券價格上升，且愈長期的債券對於市場利率的變動更是敏感。
- (4) 流動性風險：雖然擔保債權憑證相關商品的發展相當迅速，但在次級市場的交易量方面仍嫌不足，無法滿足投資者的流動性及避險需求，且買賣價差可能不小。
- (5) 法律風險：一旦 CDO² 之標的信用群組中有任何一家公司發生信用事件，即由賣出保護的一方（投資人）補償買進保護的一方之損失，但何謂信用事件，依照各個國家法律規定而略有不同，因此在斷定信用事件的發生上，投資人還面臨了法律風險，我們將一般的信用事件定義列於表 2.1。

表 2.1 一般信用事件定義

一般 CDS 信用事件
破產 (Bankruptcy)：公司無法償付其負債
無力支付 (Failure to Pay)：公司在負債到期時無力支付利息或本金
重整 (Restructuring)：因公司發生重整導致債權人的本金或利息受到不利之影響
債務加速條款 (Obligation Acceleration)：因發行機構發生違約，致使其他債務在到期前因加速條款變為到期
延遲支付 (Repudiation/Moratorium)：債務人拒絕支付利息或本金

資料來源：Moody's 網站

第二節 文獻回顧

在衡量信用風險之研究上，描述違約過程的模型主要分為兩大類：結構式模型（structural-form models）或稱公司價值模型（firm's value models）；另一種則是縮減式模型（reduced-form models）或稱為違約強度模型（intensity models）。以下分別就這兩大類模型之基本假設、優缺點及實證表現進行文獻回顧

結構式模型首先是由Merton（1974）應用Black & Scholes（1973）選擇權定價理論所發展而來，在此架構下，違約過程是由公司資產價值所驅動，因此公司的違約風險直接與公司資產價值波動性相連接。Merton模型背後之基本直覺相當簡單：違約事件會發生在當公司資產市值低於負債時，而債權人於到期日所能得到之給付即為負債面額或公司資產市價兩者中較小之一項，Merton假設公司的負債全部是由零息債券所組成，債權人於到期日的報酬型態相當於債券面額減去一個標的物為公司資產市值的賣權，執行價為債券面額，選擇權到期日與債券到期日相等。依此概念，Merton推導出衡量公司權益價值的顯性公式解，其可用來估計公司的倒帳機率及風險債券收益率，而可以直接應用歐式選擇權評價公式為Merton模型主要優點。

但為了要適用於Black-Scholes模型，Merton模型必須針對公司資產價值動態過程、利率及資本結構等做出一些必要假設，而為求在假設真實性與執行簡易性之間取得平衡，後續的相關研究多針對放寬其假設條件使更符合實際情況，並且朝向封閉解或至少數值可行性方面進行延伸。其中Black & Cox（1976）引入首次通過模型（first passage models, FPM），考慮違約不只會發生在債券到期日，更可能發生在債券發行日至到期日中間任一時點，同時修正模型使違約的發生為當公司資產價值低於某一門檻值的情況，使模型更近似於障礙選擇權（barrier option）；Kim, Ramaswamy, & Sundaresan（1993）以及Longstaff & Schwartz（1995）假設一個外生給定的常數違約門檻值 K ，Black & Cox（1976）則考慮一個時間相依的違約門檻 $e^{-\gamma(T-t)}K$ ；此外，違約門檻值也可以藉由股東價值極大化之理論來內生決定，相關之研究如Leland（1994）、Anderson & Sundaresan（1996）、Leland & Toft（1996）和Mella-Barral & Perraudin（1997）等。

Merton模型另外一個缺陷為其對資本結構的假設，一般公司的資本結構要比一個簡單的零息債券複雜許多，Geske（1977,1979）考慮公司的負債結構為一付息債券，其中每一筆票息交易被視為一個複合選擇權（compound option）以及可

能的違約來源；在每一個付息日，權益股東可以選擇支付票息給債權人並取得直到下一個付息日前整個公司的控制權，抑或選擇不支付票息，在此情況下公司違約。Geske亦延伸此模型而把償債基金、安全條款、付款限制與求償順位等特徵納入考量。

Merton模型中假設利率為常數且利率期間結構呈水平線亦為其主要遭受批判之處，Jones et al. (1984) 建議引入隨機利率模型並考量稅賦效果將有助於模型實證表現，應用隨機利率過程可將公司資產價值與短期利率間之相關性納入模型考量，Nielsen et al. (1993) 以及Longstaff & Schwartz (1995) 視利率過程服從Vasicek模型，而Kim, Ramaswamy, & Sundaresan (1993) 則建議使用CIR模型。

雖然這些後續相關研究一一改良了Merton的原始模型架構，但Eom, Helwege, & Huang (2003) 針對五個結構式模型 (Merton, Geske, Leland & Toft, Longstaff & Schwartz, Collin-Dufresne & Goldstein) 進行實證分析發現，此五個結構式債券評價模型無法準確評價債券價差，評價結果與實際價差有相當大的差異，究其背後原因主要有三點：首先，這些模型仍需要估計公司資產價值參數，但公司資產市值不若選擇權評價公式中的股票價格，在市場上不易觀察得到；其次，結構式評價模型無法將公司債信用評等發生改變的資訊納入模型考量，但絕大多數的公司債在實際發生違約之前會經歷信用評等遭降級之情形，因此，任何的信用風險模型都應該將信用評等改變及違約之不確定性納入考量；最後，多數的結構式模型假設公司價值服從連續時間過程，因此違約時點可以恰好在違約發生前被預測出，換句話說，違約不會突然發生而是可預測的事件，在不考慮公司資產跳躍過程下，資產價值擴散過程需要時間來達到違約點，造成模型裡的短期信用價差接近於零，此與市場上觀察得到之情形不符。針對上述現象，Duffie & Lando (2001) 分析公司債信用價差期間結構的不完全訊息，考慮投資人僅有關於資產條件分配函數的訊息來對原有結構式模型加以修正；Zhou (1997) 將服從對數常態分配的跳躍過程加入原先的模型，解決了短期違約機率接近於零的問題。

上述的這些模型都只考慮單一家公司的違約機率，Zhou (2001) 和Hull & White (2001) 是第一個將違約相關性納入Black & Cox首度通過模型。Zhou (2001) 利用布朗運動計算出兩家公司的違約相關性，提出了兩家公司聯合違約機率的封閉解，但此結果很難被延伸應用在多於兩家公司的情況下；Hull & White (2001) 利用蒙地卡羅模擬法評價出多維度的商品，但在數值方法執行上則相對耗時；Hull, Predescu & White (2006) 假設公司資產價值間之相關性是由一個共同因子

所連結，由此發展出結構式下違約相依信用衍生性商品之評價方法。

縮減式模型和結構式模型不同之處，首先在於縮減式模型並非直接透過公司價值來衡量違約事件的發生，違約時點的定義是來自於一個外生給定的跳躍過程中第一次跳躍的發生，而其中關於違約強度的參數是參考市場資料而來，相反的，結構式模型將公司信用品質與公司的經濟和財務狀況作一個連結，因此違約是由模型內生產出的；此外兩者之差異在於回復率的處理上，縮減式模型是直接外生指定一個回復率，但在結構式模型內，公司資產及負債在違約時的價值會自動決定其回復率。

典型的縮減式模型會假設一個外生的違約隨機變數，且在契約期間內任何時點的違約機率皆會大於零，當該隨機變數經歷不連續之移動時即為違約之發生，換句話說，此類模型視違約為不可預測之卜瓦松事件，違約時點在現有之資訊集合下是無法得知的。縮減式模型的發展是以Jarrow & Turnbull (1995) 為開端，其中又依照對模型內回復率參數處理方式之不同而有所差異。舉例來說，Jarrow & Turnbull (1995) 假設違約時的債券市值會是無風險債券價值的某一外生固定百分比 (recovery of treasury, RT)；Duffie & Singleton (1999) 定義回復率為違約前一刻債券市值之某一外生比例 (recovery of market value, RMV)，此比例可以是固定亦或是隨機的。此外，其他模型則認為不同債券的回復率在發行者、求償順位與面額相同下會是一樣的，與距離到期日遠近無關；Duffie (1998) 假設違約時同一求償順位下的債券持有者在已知的面額下會收到一筆固定付款，而與票息水準及到期日無關，這項假設使之可利用信用評等機構的統計資料來設定回復率參數；Jarrow, Lando & Turnbull (1997) 允許同一家公司下不同求償順位的債權可以擁有不同的回復率；而Lando (1998) 及Jarrow, Lando & Turnbull (1997) 則同樣使用移轉矩陣 (信用評等改變的歷史機率) 來評價風險債券。

關於縮減式模型實證研究的文獻相當有限，Duffie (1999) 使用Duffie & Singleton (1999) 模型為架構，發現這些縮減式模型在解釋跨信用風險等級公司債的信用價差期間結構比較上，與實際觀察結果有所出入，尤其是這些模型無法對低風險債券產生相對平坦的收益率曲線，也無法對高風險債券產生相對陡峭的收益率曲線。

在縮減式模型下處理多家公司違約相關性的方法主要分為三種，其中第一種為條件式獨立違約方法 (conditionally independent defaults approach, CID)，在此

方法下的信用風險相關性結構是由公司違約強度過程的相關性結構所決定，而此相關性結構是由一個或多個市場共同因子所連繫的，在已實現的共同因子下各家公司的違約率是相互獨立的。此方法之缺點在於其所產生的違約相關性比實證水準低許多，Duffie & Singleton (1999) 試圖藉由引入聯合違約跳躍過程或是系統性違約事件來解決此問題，這雖然在理論上可行，但在實際的參數校準上卻有相當大的困難。第二、三種衡量違約相關性之方法就是要試著解決CID模型所產生的違約相關性明顯過低的問題。

傳染模型 (contagion models) 延伸CID模型而把實證觀察到違約叢聚的情形納入考量，即一家公司發生倒閉會傳染給其他公司，而觸發其他公司發生倒閉之機率增加，以及倒閉時點傾向集中在某些特定時期。Jarrow & Yu (2001) 考慮交易對手風險，解釋這現象是由於多家公司的商業或是財務關係相連 (propensity model)，Davis & Lo (1999) 則認為這是因為整體系統性風險增加的緣故 (infectious defaults)。傳染模型試著將這些傳染來源的存在納入違約強度的敘述中作考量，而此類模型的問題在於配適市場價格有其困難度存在。

第三種模型應用copula理論來刻畫違約相關性，copula函數基本上是將多個單一變數連續函數與聯合多變數分配函數相連結。copula方法將不同公司已知的變數違約機率函數投入copula函數，透過copula的繫連結構函數導出聯合違約機率函數，此方法可以分別進行個別違約機率其違約強度過程之配適及參數之估計，再另外配適出合適的相關性結構，即copula函數，最後加以整合得出聯合違約機率分配，此一運用上之彈性能有效探討各變數間的共同移動關係。copula首先由Sklar (1959) 所提出，並被廣為運用在保險統計精算的存活資料上，但直到1999年才開始被應用於財務及風險管理領域中，如Embrechts, McNeal & Straumann (1999)，其中又以Li (2000) 將copula函數應用在違約相關性之處理上最具代表性。Li (2000) 以Gaussian copula來建構邊際違約時點間之相關性結構，但是其他類型的copula亦可被使用在其模型架構之下，此外關於違約強度函數或稱信用曲線 (違約率期間結構) 之建立乃是基於Duffie & Singleton (1999) 由市場資訊，如資產交換價差或是風險債券價格反推而來，再者，Li (2000) 提及將存活時間的違約相關係數設定為資產報酬相關係數，此一假設提升copula於信用風險衍生性商品，如擔保債權憑證及一籃子違約交換契約，評價上之實用性。另外一個在縮減式模型下應用copula方法的為Schönbucher & Schubert (2001)，一般簡稱SS法。SS法同樣利用蒙地卡羅模擬法來模擬均勻隨機變數，但不同於Li (2000) 的是，SS法將copula應用在違約門檻之相關性結構上，且違

約強度為模型內生變數，可以將違約傳染效果加入門檻界限copula函數中而使之成為一違約強度動態模型。然而不論是Li (2000) 或是Schönbucher-Schubert法，該模型之最大缺點為模擬過程複雜且相當耗時，參數校準及評價上相當不便，Li (2000) 亦僅對兩個債務人下之情況做出模擬。

Laurent & Gregory (2003) 延伸Frey, McNeil & Nyfeler (2001) 提出一個結合因子模型與條件式獨立概念的因子繫連結構 (factor copula) 模型，使得原先考慮多個債務人情況會產生多維度計算上之問題，簡化為共同因子個數之維度的問題，此結果為信用衍生性商品之評價提供了半解析式評價模型，克服了蒙地卡羅模擬耗時之問題，這在敏感度分析上成效尤其卓著，且參數校準也相對容易許多，而其考慮隨機的違約強度函數設定則可以發展出信用價差之動態過程。此外，關於標的信用群組損失分配之估計，是利用快速傅立葉轉換法，藉由標的信用群組之損失特徵函數反推而來；而Andersen, Basu, & Sidenius (2003) 則是使用一套較直觀的遞迴法則，在給定共同因子而假設個別違約機率彼此間條件式獨立下，將標的信用一一依序加入信用群組之方式來建造出標的信用群組違約個數分配函數；Hull & White (2004) 分別提出兩種方法來建構標的信用群組之條件損失分配函數，其中機率勺斗法則 (probability bucketing) 與Andersen, Basu, & Sidenius (2003) 的遞迴法則概念類似，但可以考慮標的信用之名目本金及回復率非齊質的情況而建造出損失分配函數，且其對bucket大小之變化不若Laurent & Gregory (2003) 所使用的快速傅立葉轉換法要來的敏感，評價之準確度較佳。

由於實際損失分配呈現厚尾之現象以及隱含相關性在不同分券間出現不對稱 (correlation skew) 之傾向，使得一般使用Gaussian copula之評價效果不佳。在增進因子繫連結構模型配適市場價格的研究方面，Hull & White (2004) 發現使用自由度為4或5的Student-t分配會得到較佳之評價結果；Andersen & Sidenius (2005) 考慮隨機回復率與隨機相關性 (或隨機因子負載)，使回復率與違約強度間呈負相關之實證發現得以被納入模型考量，此外其亦延伸導入隨机的共同因子模型，使熊市時之違約相關性高於牛市，而在經過適當參數校準後，模型價格與市場報價一致。

至於在擔保債權憑證的市場交易方面，Andersen, Basu and Sidenius (2003)、Gibson (2004) 及St. Pierre et al. (2004) 提出利用標的信用違約交換來針對擔保債權憑證中之單一分券進行避險。

本研究立基於結構式模型，假設違約時點服從齊質卜瓦松過程，且違約強度、回復率及無風險利率期間結構彼此相互獨立且為外生變數之下，透過單因子高斯繫連結構模型，使各標的之邊際違約機率在條件式獨立下，運用遞迴法則建構出標的信用群組損失分配。違約時點間之相關性由一個市場共同因子所驅動且設定為資產報酬相關係數，違約強度則是由市場上信用違約交換價差之報價反推得知，而關於雙層擔保債權憑證之評價中所會遭遇到資產發生重疊的情況，則以Baheti et al. (2005) 提出之評價法則處理。此外，本研究對於雙層擔保債權憑證之風險性分析，乃是以Gibson (2004) 建議之三種風險衡量指標為基礎，加上惠譽國際信用評等機構 (Fitch Ratings 2006) 所定義之避險參數擬定避險策略並計算避險成本，最後透過敏感度分析以對雙層擔保債權憑證之評價、風險特徵及風險控管有一完整的分析。