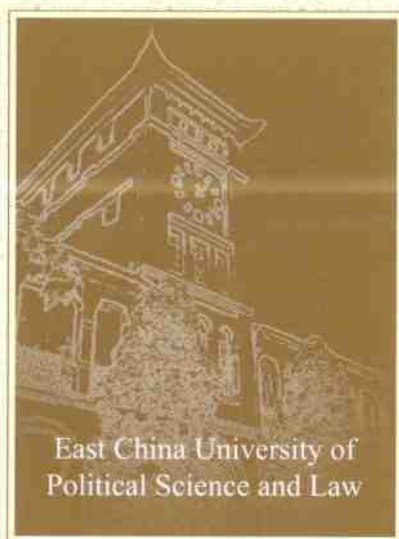




复校三十周年庆典文丛



基于简约化方法的 信用衍生品定价研究

杨军战 著



法律出版社

LAW PRESS · CHINA



华东政法大学

复校三十周年庆典文丛

基于简约化方法的 信用衍生品定价研究

杨军战 著



法律出版社

LAW PRESS · CHINA

图书在版编目(CIP)数据

基于简约化方法的信用衍生品定价研究/杨军战著.
—北京:法律出版社,2009.9

(华东政法大学复校三十周年庆典文丛)

ISBN 978-7-5036-9878-1

I.基… II.杨… III.金融市场—研究 IV.F830.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第153451号

基于简约化方法的信用衍生品定价
研究

杨军战 著

责任编辑 高山
装帧设计 乔智炜

© 法律出版社·中国

开本 A5

版本 2009年9月第1版

出版 法律出版社

总发行 中国法律图书有限公司

印刷 北京北苑印刷有限责任公司

印张 4.5 字数 103千

印次 2009年9月第1次印刷

编辑统筹 学术·对外出版分社

经销 新华书店

责任印制 陶松

法律出版社/北京市丰台区莲花池西里7号(100073)

电子邮件/info@lawpress.com.cn

网址/www.lawpress.com.cn

销售热线/010-63939792/9779

咨询电话/010-63939796

中国法律图书有限公司/北京市丰台区莲花池西里7号(100073)

全国各地中法图分、子公司电话:

第一法律书店/010-63939781/9782

重庆公司/023-65382816/2908

北京分公司/010-62534456

西安分公司/029-85388843

上海公司/021-62071010/1636

深圳公司/0755-83072995

书号:ISBN 978-7-5036-9878-1

定价:20.00元

(如有缺页或倒装,中国法律图书有限公司负责退换)

纪念,以学术的名义

——华东政法大学复校三十周年庆典文丛总序

忆往昔,桃李不言,自有风雨话沧桑。1952年6月,经华东军政委员会批准,华东政法学院由原圣约翰大学、复旦大学、南京大学、东吴大学、厦门大学、沪江大学、安徽大学等9所院校的法律系、政治系和社会系等合并组建成立。其后由于历史原因,于1958年和1972年两度停办,1979年经国务院批准复校。2007年3月,经教育部批准,华东政法学院正式更名为华东政法大学。2009年系华东政法大学复校三十周年。

自20世纪50年代从华政的红墙绿瓦中走出新中国第一批政法干部开始,五十多年来,学校在办学条件、办学规模、办学层次、队伍建设、学科建设、科学研究等方面均取得了飞速发展。目前,学校设有长宁、松江两个校区,占地面积1300余亩,是“教育部依法治校示范校”、“国家语言文字规范化示范校”、“上海市文明单位”、“上海市建筑保护单位”、“上海市花园单位”、“国家司法考试阅卷基地”。学校设有22个

本科专业,18个硕士点,2个专业学位点,10个博士点,1个博士后流动站;拥有法学一级学科硕士、博士学位授予权;1个国家重点学科、1个国家级教学团队,3门国家级精品课程。学校在教育部的教学评估中两次获评优秀,毕业生司法考试通过率在全国名列前茅,被誉为“法学教育的东方明珠”。

复校三十年来,华政披星戴月,风雨兼程,赢得桃李满天下,更在中国的法制现代化进程中,留下了浓墨重彩的一笔。而华政的莘莘学子,也见证着学校各方面的长足发展。硬件方面,从帐篷办学到长宁校区的精致典雅,再到松江校区的恢宏大气且美轮美奂;软件方面,从实现上海市法学博士点零的突破,到一举拿下法学一级学科博士点、获得非法学专业硕士学位授予权,再到填补上海市法学国家重点学科零的空白,2009年国家社科基金课题法学类立项数名列全国第一。而2007年3月,华政更名大学的成功,更标志着学校从此踏上了多科性特色大学的新的征程。

此番出版复校三十周年庆典文丛,华政并未走“遍寻成功校友、为其寻章摘句并编撰成册”之路径,而想虚中求实,为青年教师提供出版著作、展示才华之机会。故而,入选本文丛的,绝大多数是并不拥有教授职称的青年学者。华政奖掖才俊、提携后学之美意,尽在其中矣!

值此华政复校三十周年之际,谨祝这颗法学教育的东方明珠更加光彩夺目!

华东政法大学复校三十周年庆典文丛编委会

2009年9月

目 录

导论 信用风险建模理论研究综述及意义 001

第一章 信用风险建模方法评价 007

第一节 关于信用风险模型的经济含义 007

第二节 信用风险建模方法 009

一、结构化建模方法 009

二、简约化建模方法 019

三、混合建模方法 030

第三节 不同建模方法的优缺点分析 035

第二章 信用风险债券定价述评 038

第一节 固定收益证券的利率风险与信用风险 038

第二节 简约化方法下信用风险债券的定价 039

一、违约事件建模的概率论结论 041

二、违约时无回收状况下信用风险贴现债券定价 044

三、信用风险付息债券定价 046

四、违约时发生支付的债券定价 047

五、违约事件以及对手风险下的债券定价 048

六、违约时部分回收下的债券定价 049

第三节 总结性分析 052

第三章 信用违约互换(CDS)的定价 053

第一节 信用衍生品市场概况 053

一、市场 053

二、产品 055

第二节 信用违约互换的价格与隐含违约概率 061

一、价格、隐含违约概率之间的关系 061

二、基于瞬时远期违约概率的自助法 064

三、基于一段时期条件违约概率的改进方法 065

第四章 担保债务凭证(CDO)定价 068

第一节 担保债务凭证(CDO)市场 068

一、介绍 068

二、资本结构 070

三、动机 071

四、CDO 的生命周期以及业绩测试 072

五、其他类型的 CDO 073

第二节 担保债务凭证(CDO)的数学基础 076

一、停时 076

二、违约强度 076

三、计数过程 077

四、违约时间的分布 079

五、Copula 函数 080

第三节 基于 Copula 函数的 CDO 定价模拟 083

第四节 从次贷危机谈信用产品定价问题 089

一、美国住房抵押贷款及其证券化产品 089

二、次贷危机的成因分析 091

三、次贷定价问题探讨 094

四、对中国的启示 098

第五章 结论及政策建议 100

第一节 结论 100

第二节 政策建议 102

一、信用衍生品对金融机构的挑战 102

二、关于我国发展信用衍生品的政策建议 106

参考文献 112

附录 121

导论

信用风险建模理论研究综述及意义

20 世纪 90 年代,在美国纽约互换市场产生并随后迅速发展的信用衍生品带来了信用风险管理的变革。通过信用衍生品的交易,使银行或其他金融机构在保留资产的前提下,将贷款或债券等资产的信用风险转嫁出去,在市场上被定价,它们的市场价格以信用价差、信用级别或违约状况为基础确定,并转嫁给愿意承担风险的投资者,使得信用风险第一次拥有了与市场风险管理同样的对冲手段,被称为 21 世纪最具吸引力的金融衍生产品。根据 BBA (British Bankers' Association) 的统计数据,全球的信用衍生品交易量(合同名义金额)在 1997 年仅为 1800 亿美元,而在 2006 年已经高达 202,070 亿美元。一直以来银行业面临的最大的风险是信用风险,虽然银行业早已意识到贷款组合的风险要小于单笔贷款,但其业务仍然经常过于集中于某些特定的区域和行业。这是因为银行业的比较优势局限于最熟悉客户的“关系银行业务”上。由于贷款流通转让的二级市场非常有限,便

使得银行要剥离其所承担的信用风险异常困难。从另一方面来讲,银行的借款者也不愿看到银行把发放给它们的贷款卖给其他人。这些因素都促成了信用衍生品的诞生和迅速发展,正是从这个意义上讲,信用衍生品提供了一种高效率的信用风险交易机制。

除了资产证券化试点外,我国的信用衍生品市场的其他信用衍生品尚处于空白状态。尽管中国首批证券化的试点已经在 2005 年年底由建行和国开行拉开帷幕,但直至今日,其现状和进展并不能令人满意。有两个原因导致了试点工作的进展缓慢。一是在中国房地产价格上升期,银行的资产质量都很好,银行不想考虑证券化的问题。二是银行信用评价技术或信用管理不到位,缺乏资产信用风险的评价体系,尤其在抵押贷款方面。没有风险评价自然也就谈不上风险分层,也就无法发行债券。出于对信用风险定价以及管理信用风险的目的,研究信用建模技术显得极为必要。从市场上交易的衍生品价格中提取出的对实体违约概率的估计可用作对其他非市场交易的信用工具定价的参考。通过对信用投资组合的建模以及对相关违约的处理,商业银行可确定出合理的资本金需求。通过研究资产证券化产品,尤其是担保债务凭证的定价问题,可以帮助金融机构将一部分风险转移给投资人,从而释放出管制资本。出于银行间市场参与者分散风险的需要,通过将信贷资产证券化和衍生化及使用分层技术,可以使原本单一的信用资产构造出各种不同风险水平的产品及组合,从而满足银行间市场参与者的不同风险承受能力和避险需要。

众所周知,信用衍生品是衍生品中较为复杂的品种,涵盖了信用风险、市场风险的双重内容,并且组合技术具有兼顾股权、债权的特点,无论在设计上、操作上以及风险管理上均呈现出高度的复杂性。鉴于信用衍生品的前沿化特质,本书对信用衍生品的定价便具有十分重要的理论和现实意义。

对违约风险建模有两种基本方法:一种是由 Merton(1974)开创,经 Black and Cox(1976),Longstaff and Schwartz(1995)等修正发展的结构化方法(structural approach)。结构化模型限定,当合约空头方^①的资产总价值低于其债务总额或某一外生的临界水平时空头方才会违约。该模型又可进一步分为公司价值模型(firm value model)和首达时模型(first passage model),前者限定合约未到期之前,公司不被清算,因而公司破产或重组不会发生,合约空头方不违约。合约到期时,若发生违约,债权方(合约多头方)所获得的回收率(recovery rate)是违约方公司的资产与债务之比(assets to liabilities)的函数。资产债务比又称违约距离(distance to default),显然,较大(小)的违约距离意味着较小(大)的信用风险。首达时模型限定合约空头方公司可以在合约未到期之前违约,违约发生后,合约双方可以选择立即清算,也可以选择等到合约到期时清算,清算时合约多头方所获得的回收率不一定是合约空头方公司的资产债务比的函数,可以是一个与违约公司资产债务比独立的某一个外生的回收随机过程(stochastic recovery process)。这种允许提前违约的结构化模型是公司价值模型的丰富和发展,在一定程度上阻止了债权方进一步遭受更大的损失。Merton-Black-Scholes-Longstaff-Schwartz 模型的共同点是,假设合约空头方的资产价值服从几何 Brown 运动,而几何 Brown 运动具有连续的样本轨道,因而从理论上讲,在短时期内公司的资产价值突然跳低是不可能的,违约事件可以被投资者预料。然而实际观测发现公司债券尤其是短期公司债券具有较大的信用价差[(credit spread), (Jones, 1984; Sarg and Warga, 1989; Fons, 1994)],该现象不能从违约风险的结构化模型中得到令人信服的解释。另一方面,从模型中导出的边际违约概率(marginal default

① 合约空头方指的是债务人,即公司。

probability) 也与实际观测结果有较大的偏差 (Zhou, 2001)。结构化模型的优点是从经济学的理论角度看有很强的直观背景, 具有封闭形式的解析定价公式。对违约风险建模的另一种方法是 Jarrow and Turnbull (1995), Duffie and Singleton (1999), Jarrow, Lando and Turnbull (1997), Madan and Unal (1994) 等采用的简约化方法 (reduced form approach)。该模型不考虑违约风险是否受合约空头方公司资产—债务结构的影响, 而是采用一个外生的违约随机过程, 譬如 Poisson 过程来触发违约事件的发生, 违约发生时合约的债权方所获得的回收率并不要求必须是违约公司的资产债务比的函数, 可以是一个外生的回收随机过程。简约化模型也称为强度模型 (intensity model), 虽然该模型刻画了违约是不可预料的, 且参数的确定较结构化模型容易, 但从简约化模型中看不出违约公司的资本结构与违约事件之间的联系, 也看不出隐藏在违约随机过程背后的经济机制, 因而从理论角度上看也有其不如意之处。

所谓混合模型是指既包含了结构化模型又包含了简约化模型特性的模型。由 Zhou chunsheng (1997, 2001) 提出的模型以及由 Giesecke (2001) 提出的模型都是混合模型。Giesecke 模型如同 Zhou 模型一样, 其根基都是建立在经典的结构化方法之上。结构化模型主要有两个方面与现实不相符。首先, 短期信用价差大于 0 是不可能的; 其次, 虽然违约时债券价格的跳跃可以频繁地在市场上观察到, 但在这些模型中债券价格却连续收敛于它们的回收值。Giesecke (2001) 提出的一个扩展模型, 通过不完全信息假设解决了结构化模型面临的上述困难。Zhou chunsheng (1997, 2001) 采用跳跃—扩散过程刻画合约空头方公司的资产价值的动态变动, 他用扩散过程描述长时期内公司资产价值的走势, 用跳跃过程描述短时期内由于新信息或突发事件对公司资产价值造成的跳跃波动, 并假定跳跃风险对公司资产价值不造成系统风险,

是可分散的。在很大程度上 Zhou 的模型汲取了结构化模型和简约化模型的优点,克服了单一模型的缺陷,该模型能很好地从理论角度对实际观测到的违约概率、回收率和信用价差给出解释。但 Zhou 却没能注意到不同的新信息和稀有偶发事件对合约空头方公司的资产价值所造成的冲击效果是不一样的,因而相关的含有信用风险的金融衍生产品的价格也一定不一样。譬如大灾难、技术革新、竞争者的进入、政治风险、政府新措施的出台等,对空头方公司的资产价值和债务所造成的冲击是不一样的,另外,Zhou 也没有给出解析定价公式。

对信用风险建模的研究是近年来研究领域的热点,其复杂性不言而喻。由于市场数据的缺乏以及理论本身的复杂性,使得研究过程备受限制。本书以简约化方法为基础,该方法基于违约强度与回收率之上。简约化方法的本质是认为违约是外生的,并建立在违约的统计特性上考虑到我国目前的信用市场状况——信用衍生品几乎处于空白的情况,因而对在信用衍生品种中占最重要地位的信用违约互换的价格与违约概率关系的研究主要以算法上的改进为主;对担保债务凭证(CDO)的定价基于正态 Copula 函数以及学生氏 Copula 函数进行了蒙特卡罗模拟。

研究中使用定性分析与定量分析相结合的方法。定性分析强调经济直觉,但定量分析的比重更高,原因在于必须借助数学工具来进行建模并构造算法。鉴于信用风险建模领域的理论框架已经比较标准化,对理论的研究主要强调统一性并进行相当程度的整合,但本书更侧重于信用风险建模方法在信用衍生品定价上的应用研究。笔者对局部不合理的地方进行了优化并提出了新的方法。对无法进行实证分析的部分笔者主要以建模和算法为主。

本书考察了衍生品市场以及信用风险建模领域的众多文献,旨在

了解信用风险以及衍生品的金融以及数学基础。当前存在两种对信用风险建模的方法,结构化模型建立在公司价值的扩散过程之上,简约化模型基于违约强度和回收率之上。本书的研究基于简约化方法,对信用衍生品市场中交易量最大的两类产品:信用违约互换(CDS)以及担保债务凭证(CDO)的定价进行了研究,形成了以下一些创新:

1. 在对 CDS 的市场价格与隐含的违约概率研究中,传统的自助法通过由短期到长期的市场报价序列求解方法得出瞬时远期违约概率,但这种方法的缺点非常明显。基于本书中提到的改进方法,违约风险期限结构可从信用违约互换价格中提取,此方法包含选择时间长度 Δ ,并得出 Δ 期远期违约概率集合,使得远期违约概率曲线平滑并与给定市场价格拟合。该法可赋予所有市场报价以相等的权重或赋予那些被认为不可靠的报价以较小的权重,这样便可对剩余的远期违约概率产生较小的不利影响。这一点比起传统的自助法优越不少,因为自助法中一个不可靠的估计会影响违约强度 λ_t 的值,使其不可靠,并对之后的违约概率形成不可靠的估计;并且此法得到的远期违约概率不可能为负值,也不可能超过1,保证了结论的现实性。

2. 在对 CDO 的定价研究中,我们基于 Copula 函数的原理并结合蒙特卡罗方法给出了 CDO 定价的算法,并且基于 MATLAB 编写了一个程序,对于不同的相关系数,使用正态 Copula 以及学生氏 Copula 计算各分券的公平价差。

信用风险建模方法评价

第一节 关于信用风险模型的经济含义

现存关于违约风险建模的文献遵循两种^①不同的建模方法:结构化模型以及简约化模型。结构化模型的起点是假设公司价值的随机微分方程。当公司价值触及一定的边界后违约即发生,通常边界根据某些负债的价值来确定。因而公司价值过程与当前的债务比率共同决定了违约概率。这个思想由 Black 和 Scholes (1973) 以及 Merton (1974) 提出。自那以后,该方法被广泛使用,其中最直接的原因是该方法符合我们关于破产的经济直觉。相比较而言,简约化模型并不对违约风险的经济含义进行建模,而是建立在违约的统计特性上。

在 Merton 模型的简单框架下,违约的原因符合经济学原理,这点正是结构化模型的一大优点。在这

^① 有的著作将违约风险建模方法分为三种:结构化模型、简约化模型、混合模型。但从广义上来讲,混合模型本身就属于结构化模型。

里,违约在经济上有意义的,然而简约化模型则不然。但对于结构化模型,违约在经济上有意义仅仅对于 Merton 模型来讲成立。在更多最新的关于结构化模型的学术文献中,许多原始 Merton 模型的限制性假设被放松。虽然增加了模型的应用性并改进了模型的绩效,但却是以放弃经济可解释性为代价的。

因为本书的重心是使用简约化方法进行信用衍生品定价分析的,至少从学术视角来讲是值得对各自模型的经济可解释性作一番讨论的,同样也有必要考察不同模型的框架。首先让我们形成一些标准,通过这些标准来评估经济可解释性。其标准相当严格,必须在给定模型中,违约风险的所有相关部分被内生地考虑。违约风险的相关部分是:(1)借款者破产的概率;(2)贷款者遭受损失的严重性。经济上有意义意味着违约事件必须由经济上的机制触发,可以将触发考虑为借款者的资产价值不足以清偿债务。这点表明研究结构化模型将确实对我们完全理解该标准有所帮助。

有时信用质量的下降也被认为是信用风险的一部分。但这并不构成我们上面所讲的违约风险的一部分。当破产的概率以及给定违约损失的期限结构都存在时,也就能推导出到期日前任意程度信用质量下降的概率。

可以通过一个模型将违约发生后的谈判过程内生化或将其他根植于公司金融领域内的问题内生化,从而应用更严格的标准。但为了与既有研究保持一致,我们忽略了这些问题。这对于我们研究的结构化模型来讲是合适的,因为他们都是在完全市场的假设下建立的。

第二节 信用风险建模方法

一、结构化建模方法

(一) 方法论基础

对金融衍生证券定价主要存在两种方法,一种是构造出一个可交易资产的自融资投资组合(self-financing portfolio)进行复制金融衍生证券的到期支付(terminal payoff),若金融衍生证券的价格是时间和标的资产价格的充分光滑函数,通过对标的资产的价格建模(譬如,用几何Brown运动描述标的资产价格的动态变动),利用Itô引理得出一个偏微分方程,结合该方程满足的初始条件和边界值条件,通过解微分方程得出金融衍生证券的价格公式,这种方法被称为微分方程定价方法(differential-equation approach)。另一种被称为等价鞅测度(equivalent-martingale measure)或风险中性(risk neutral)定价方法。当或有债权的到期支付可以被一组可交易资产的投资组合进行复制,则称该或有债权市场是完全的。Harrison and Pliska(1981)及 Delbean and Schwchmermager(1994)证明,在完全市场环境下有唯一的等价鞅测度存在,市场不存在套利机会(arbitrage opportunity)。通过选择一个合适的与主观概率(subjective probability)测度等价的鞅测度(称为风险中性测度)和一个作为计价标准的资产(numeraire asset),金融衍生证券所依赖的标的资产的价格过程用该资产折现后在风险中性测度下是一个鞅,从而衍生证券的现时价格可解释为其到期支付函数经计价标准资产折现后在风险中性测度下的条件期望值。