

高级信用 风险分析

评估、定价和管理信用风险
的金融方法和数学模型

迪迪埃·科森 (Didier Cossin) 著
于格·皮罗特 (Hugues Pirotte)

殷剑峰 王唯翔 程炼 等译

Advanced
Credit Risk Analysis

Financial Approaches and Mathematical Models to
Assess, Price, and Manage Credit Risk



机械工业出版社
China Machine Press

金融工程丛书

高级信用 风险分析

评估、定价和管理信用风险
的金融方法和数学模型

迪迪埃·科森 (Didier Cossin) 著
于格·皮罗特 (Hugues Pirotte)

殷剑峰 王唯翔 程炼 黄国平 译

Advanced Credit Risk Analysis

Financial Approaches and Mathematical Models to
Assess, Price, and Manage Credit Risk



机械工业出版社
China Machine Press

Didier Cossin, Hugues Pirotte. Advanced Credit Risk Analysis: Financial Approaches and Mathematical Models to Assess, Price, and Manage Credit Risk.

Copyright © 2001 by John Wiley & Sons, Ltd.

Simplified Chinese Translation Copyright © 2005 by China Machine Press.

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the publisher.

All rights reserved.

本书中文简体字版由John Wiley & Sons, Ltd.授权机械工业出版社在全球独家出版发行。未经出版者书面许可,不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

版权所有, 侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号: 图字: 01-2003-2889

图书在版编目(CIP)数据

高级信用风险分析: 评估、定价和管理信用风险的金融方法和数学模型 / 科森(Cossin, D.)等著; 殷剑峰等译. -北京: 机械工业出版社, 2005.6

(金融工程丛书)

书名原文: Advanced Credit Risk Analysis: Financial Approaches and Mathematical Models to Assess, Price, and Manage Credit Risk

ISBN 7-111-16409-1

I. 高… II. ①科… ②殷… III. 信用—风险分析 IV. F830.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第030863号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李玲 版式设计: 刘永青

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005年6月第1版第1次印刷

718mm×1020mm 1/16·24.75印张

定价: 48.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线: (010) 68326294

投稿热线: (010) 88379007

金融交易的基础在于信用，因此，交易对手发生违约的可能性，即信用风险对金融交易的影响自然不言而喻。然而，很久以来，金融市场参与者所理解的风险主要还是金融工具或其组合的市场风险（股票价格风险、利率风险以及汇率风险等），对于信用风险并未给予足够的重视。由于这个原因，作为金融交易过程中最为古老，也最为基本的风险，信用风险的管理技术和工具虽早已有之，但存在着很大的局限性：第一，信用风险的交易范围主要局限于商业银行的资产业务（如辛迪加贷款）和表外业务（如备用信用证）中，且商业银行一般是风险的接受者；第二，风险定价和管理的手段简单、有限，且更多地依赖当事人的主观判断；第三，由于前两个特点，传统的信用风险产品品种少，且难以在金融市场中进行交易。

从20世纪80年代，特别是90年代开始，由于全球经济、金融系统的结构性变革，管理和控制信用风险不仅在银行体系内得到了进一步的强调，而且，更为重要的是，信用风险已经日益被银行体系以外的金融市场参与者乃至监管当局所关注。

首先，金融市场参与者面临的信用风险越来越大，且越来越复杂。金融市场中传统的工具是股票和高信用等级公司债券、商业票据等，相对于市场风险，管理和控制信用风险的需求要小得多。但是，自20世纪80、90年代起，由于垃圾债券和各种形式的资产支撑证券（ABS）、抵押支撑证券（MBS）的发展，信用风险在投资者风险管理中的地位日益突显出来。除此之外，与传统的信用风险来源——固定收益证券相比，衍生品市场的发展更是令人瞩目。在衍生金融产品的构成中，近90%左右属于场外交易的品种。同交易所内集中清算、结算的产品不同，在场外交易的过程中，交易对手的信用风险是一个必须考虑的因素。

其次，对信用风险进行管理、控制和交易构成了机构投资者新的利润增长点。作为金融风险的管理者和交易者，机构投资者传统的利润来源于市场风险。随着有关这些风险的管理技术和产品的开发，特别是近10年来全球经济、金融的结构性变化，机构投资者必须关注新的风险，即利润来源。从信用风险技术和产品的供给方来看，由于全球持续稳定的物价和低利率水平，急于寻找新的高收益风险证券的机构投资者就将焦点集中在了信用风险产品上；另一方面，经济、金融结构的调整导致企业违约、破产事件日益增多，客观上也增加了对信用风险管理技术和产品的需求。

再次，在经历了经济全球化、自由化过程中的数次金融、经济危机之后，人们已经日益认识到信用风险高度集中于银行体系的危害。而且，由于信息技术革命极大地推动了金融市场的发展，这又导致银行业面临严重的“脱媒”危机。由此，全球金融结构的调整趋势就要求将银行体系承担的信用风险逐步转移、分散到金融市场的参与者那里。信用风险的这种转移过程也是有关技术及产品得到关注和发展的主要原因。

最后，金融监管当局加强了对金融机构，尤其是银行业资产负债表质量的监管。在新近颁布的新巴塞尔协议中，同1988年资本协议最大的不同之处就在于明确规定、区分了三种信用风险管理办法：1988年协议中的标准法、内部评级初级法和内部评级高级法。对于那些依然采用标准法的银行，其相应的管制资本要求同以往一样；但是，特别对于那些能够采用高级方法的银行，资本要求将大幅度降低。此外，采用内部评级法的银行甚至还可以凭借信用缓释工具(credit risk mitigant)，进一步降低资本要求。

在全球经济、金融结构发生巨大变革的背景下，信用风险的高级定价方法以及信用风险转移产品——在经济当事人之间转移信用风险的各种金融工具——得到了飞速的发展。也正是在这样的背景下，我们迫切需要一本能够全面描述信用风险管理技巧和工具的专业书籍。本书正符合这样的要求，因为书中对20世纪90年代的信用风险定价方法进行了全面的总结和细致的分析。尽管其中文字书写有些晦涩，但必须承认的是，这本书是迄今为止难得的关于高级信用风险管理技术的“词典”。

就中国金融体系和信用风险管理的现状看，本书也非常之必要。可以看到，

在中国这种以银行，尤其是国有银行为主导的金融体系中，制度缺陷加上长期缺乏信用的大环境使得信用风险成为威胁银行业乃至整个金融体系稳定的第一大风险。与此同时，在管理和控制信用风险方面，我国银行业的风险管理组织架构大多形同虚设，其使用的方法 and 手段也极其原始。改变这种现状不仅要求从体制上进行变革，而且，也需要从金融技术和方法上进行研究。在本书给出的诸多模型中，我们相信，通过适当加入符合中国国情的前提假设，并且，随着监管当局和银行业自身对信用风险历史数据的整理，应该能够发现适合于我国的信用风险定价方法。另外，即将在我国银行间债券市场推出的抵押支撑证券乃至公司债券发行试点，都将为信用风险的定价提供进一步的实践基础。

从全书的内容看，其阅读对象应该是金融专业的研究生和金融机构的高级风险管理人员。由于我们的水平有限，翻译中难免出现错误，请各位读者多多指正！

殷剑峰

2005年4月于中国社科院金融所

译者序

第1章 引言	1
常用符号	4
参考文献	6

第一部分 信用风险定价

第2章 现代信用风险定价介绍	8
参考文献	14

第3章 Merton的方法：结构模型背后的启示	15
3.1 或有要求权分析（CCA）框架的最初版本：Merton（1974）	18
3.2 利率的风险结构	23
3.3 Merton模型中的违约概率和隐含回收率	24
3.4 比较静态	27
3.5 关于Merton模型的一些早期经验考察	30
3.6 计算必要的输入变量：初步的评论	30
3.7 债券定价实践：法国资本市场	33
参考文献	35

第4章 金融工程技术发展	36
4.1 付息债券	37
4.2 偿还优先等级不同的债务发行	39
4.3 具有安全条款的债券	42
4.4 可转换证券	44
4.5 可赎回债券	45

4.6 互换	46
4.7 进一步的工程：跳跃—扩散方法（Zhou, 1997）	47
参考文献	48
第5章 随机利率和信用风险	49
5.1 引言	50
5.2 Shimko等人（1993）模型	51
5.3 Longstaff和Schwartz(1995b)	56
5.4 Saá-Requejo与Santa Clara（1997）	61
5.5 Briys和de Varenne（1997）	69
参考文献	76
第6章 关于破产内生性的深度考虑	78
6.1 内生性破产决策中公司最佳债务政策和信用价差： Leland 和 Toft（1996）	79
6.2 策略性违约与债务设计	85
参考文献	90
第7章 简化式/混合方法	92
7.1 Jarrow和Turnbull（1995）：离散方法	94
7.2 Jarrow, Lando和Turnbull（1997）	98
7.3 连续条件下的例子：Duffie和Singleton（1999）	102
7.4 结论	115
7.5 技术方面的进一步说明	116
参考文献	119
第二部分 衍生品中的信用风险	
第8章 互换信用风险定价	122
8.1 互换信用风险定价模型	125
8.2 不对称可违约互换定价	134
8.3 互换信用风险的经验研究	138
参考文献	154

第9章 期权中的信用风险：敏感期权	156
9.1 引言	157
9.2 Johnson 和 Stulz (1987)	157
9.3 Rich (1996)	160
参考文献	167
 第三部分 理论综述和经验证据	
第10章 引言	170
参考文献	172
第11章 文献综述	173
11.1 违约概率	174
11.2 回收率	179
参考文献	182
第12章 经验证据	184
12.1 违约概率	185
12.2 关于回收率	189
12.3 Duffee (1998): 政府债券收益与公司债券收益价差	192
12.4 Duffee (1999): 对违约风险价格的估计	197
12.5 Wei&Guo (1997)	202
12.6 结论	204
参考文献	204
 第四部分 关于结构模型的一个说明	
第13章 引言	208
参考文献	210
第14章 定价模型	212
公式	219
参考文献	222

第15章 比较静态	223
15.1 公司债券收益率和公司信用价差	226
15.2 违约的加总概率, 总回收水平和预期违约成本	229
15.3 期限结构效应	234
15.4 信用期限结构: 同先前文献的比较	237
参考文献	239
第16章 实践运用和最后的议题	241
16.1 根据交易变量进行定价	242
16.2 内生设计	247
参考文献	249
 第五部分 抵押、市价调整及其对信用风险的影响	
第17章 引言	252
参考文献	254
第18章 确定扣减率和为具有风险抵押的信用风险定价的 结构性方法	255
18.1 双边违约与非随机抵押模型	257
18.2 随机抵押模型	260
18.3 用债券作为抵押品	264
18.4 市价调整: 远期与期货合同	266
18.5 动态抵押管理	271
18.6 关于结构性CCR定价的结论	271
参考文献	272
第19章 作为脉冲控制问题的信用风险抵押控制	273
19.1 模型设定	275
19.2 求解方法	277
19.3 QVI方法的数值分析	282
19.4 某些数值分析结果	285
19.5 结论	289
参考文献	290

第六部分 信用风险管理

第20章 高级管理工具	294
20.1 引言	295
20.2 CreditMetrics™ (和CreditVaR I)	299
20.3 KMV公司模型	314
20.4 CreditRisk+™	323
20.5 CreditPortfolioView™	326
20.6 比较研究与结论	330
参考文献	331
第21章 运用信用衍生产品进行财务结构管理	332
21.1 信用衍生产品的主要类别	334
21.2 信用衍生产品市场	337
21.3 运用信用衍生产品转移风险	342
21.4 信用衍生产品定价	346
参考文献	354

附录

附录A Itô引理	358
A.1 引言	359
A.2 Itô过程	360
A.3 引理	361
附录B 利率模型回顾	362
B.1 引言	363
B.2 套利模型	364
参考文献	375

参考文献	377
-------------------	-----

第 1 章

引 言

信用风险,即违约风险,一直是银行、其他金融机构以及任何参与金融合约交易的当事人所关心的主要问题。虽然从几个世纪前人们就开始担心金融交易中的对手可能会发生违约,但是,有助于克服此问题的现代技术和模型只是到最近几年才发展出来。本书所讨论的话题就是这些高级模型和技术,目的在于对最近出现的高级模型进行一个理论综述,并为银行等金融中介、公司、投资者提供信用风险定价和管理的有效工具。

尽管违约风险在几个世纪前就已经存在,但是,这个问题只是到了最近才变得越来越严重,也越来越复杂。

首先,金融市场在最近的迅速发展使得这个古老问题业已成为世界性的难题。在美国,仅仅衍生金融产品的市场就已经达到了33万亿美元的水平(资料来源:货币审计署(OCC),1999年3月)。在衍生品市场面前,世界上最大的股票市场也只能相形见绌——纽约股票交易所最大的日交易额(1987年10月19日)也只有210亿美元。在1999年1季度,场外交易(OTC)的衍生品占到衍生品交易总额的88%。OTC衍生品虽然能够做到为顾客量身定制,但是,它也带来了信用风险。除此以外,产生信用风险的传统市场——固定收益证券、政府债券、公司贷款以及其他各种形式的金融合约(如融资担保等)也具有数以万亿美元计的规模。总而言之,信用风险市场的规模已经庞大得令人难以想象。而且,由于OTC衍生金融工具的增长远快于交易所交易的衍生品,信用风险市场也在高速发展。

其次,同信用风险市场惊人的增长相对应,信用风险的复杂程度也在不断上升,特别是OTC衍生金融工具,其中涉及的信用风险显然比公司贷款中的信用风险要复杂得多。以一个简单的普通利率互换合约为例,在这里,是支付净额而非面值存在信用风险。由于互换的价值可能为正,也可能为负,在其有效期内,互换合约的双方都将承担信用风险。此外,互换中的信用风险还具有路径依赖的特性,也就是说,一旦其中一方发生违约,另一方的风险暴露就消失了。

在实践中,抵押品或信用额度常常被使用,而这些也将对信用风险产生影响。净额支付合约对真实风险暴露的影响也不能忽略(参见有关衍生品信用风险的详细讨论)。因此,在对互换合约这样典型的衍生工具进行信用风险管理时,就要比传统的公司贷款考虑多得多的因素。

第三,最近兴起的信用风险工具使信用风险的管理和定价变得相当容易,但与此同时,这些工具也带来了额外的复杂性。仅就信用衍生品而言,比如:信用违约互换、信用利差期权以及总收益互换等,正在形成一个新的市场。在1999年第1季度,仅美国市场的交易面值就得到了1 910亿美元(资料来源:OCC数据)。

基于这三个事实,市场参与者和研究人员对信用风险的关注日益加强。许多新的模型已经被发展出来,其中有些采取的是经典金融理论的范式(例如或有要求权分析法、期权定价理论等)。这些新的模型正在取代(有时仅仅是完善)古老、传统的以统计分析为基础的管理方法。

例如,即使到最近为止,信用风险的管理还大多是由信用风险部门来操办,这些部门将标准化的信用限额分配给不同的交易对手,而信用限额的分配并未考虑风险的变化,以及越来越复杂的交易工具所产生的影响。

随着金融机构的风险管理体系在市场风险管理方面的经验日益累积,金融机构已经越来越意识到他们在信用风险管理上的薄弱,并且越来越需要为信用风险暴露进行定价而非简单地实施信贷限额。

与此同时,在此领域中最老练的参与者已经开始使用信用风险衍生金融工具了,这些工具为他们提供了更好的管理信用风险的方法。信用风险衍生品同样需要某种形式的定价模型,然而,基于诸如债券等简单工具的无套利定价模型可能就无能为力了。由此,竞争压力使得掌握了高级工具和定价方法的当事人拥有了相当大的比较优势。

总之,为满足人们对信用风险管理的需求,以及对理解市场中新型工具的需求,必须发展出关于信用风险定价的好理论。

在过去几年中,关于这一领域的理论已经有了许多进展。本书的宗旨就在于向大家展示这些关于信用风险定价和管理的高级理论模型以及现在的趋势。我们将从模型的结构和简化形式中阐述理论的基本逻辑,我们强调模型的应用和扩展,而非传统的统计方法。统计方法的一个重大困难在于对历史数据的完全依赖,而且,这种用过去的违约数据来拟合未来违约预期的做法一般不可能符合基本因素随时间的变化。众所周知的一个例子是,利用过去买入期权的价格来拟合现在的价格,或者先从股票的历史平均价格推算预期的股票价格,然

后再以此为基础计算买入期权的价值都是不合理的。

相反,关于期权定价的无套利理论是将买入期权的价格同现在的市场变量相联系。由此,通过对模型的结果和估算的变量进行区分,我们就可以发现买入期权价格中的错误以及其近似值。同样道理,关于信用风险的理性预期理论是以金融经济学为基础的,该理论早在1974年就作为或有要求权分析法的一个应用而被发展出来,这已经成为现代信用风险理论的基础。Merton(1974)提出了关于信用风险的所谓“结构模型”,这为另一类模型——所谓简化形式提供了灵感,后者只在一个不太完备但可能更为实用的环境下运用无套利定价方法。这两大理论主流、它们的扩展以及为拟合实际证券而开发的金融工程办法是本书第一部分的主题。在实际应用上的困难(最为明显的是关于回收率和违约概率的计算)使得我们在本书的第二部分推出了新的模型。虽然信用风险定价吸引了研究者的广泛注意,但是,面临此困难的业内人士通常都会通过一些实际的方法来缓解信用风险,比如:抵押品和盯市。在本书的第三部分,我们提出了有关的数学模型,这可以帮助他们设计最优抵押品和最优盯市策略。本书的第四部分讨论现代信用风险管理方法,我们分析了以传统统计方法为基础的现代信用风险管理的工具,利用这些工具的动态演化,我们给出了一些有趣的答案。另外,我们还分析了目前利用信用衍生品的结构技术。最后一节得出了一个一般性的结论,其中的附录对读者可能会有特别的用途。

常用符号

一般说明

(1) 在第一部分中,除非另有说明,合约的起始时间一般设为0。因此,合约期限 τ 就等于到期日 T 。

(2) 时间下标说明了函数估计的时期。不过,在偏微分方程中,也会用下标来表示求导参数,当发生这种情况时,文中会做出说明。

拉丁和希腊字母

除非另有安排,以下对本书中常用的符号进行说明。有些特殊的部分没有

采用如下标准的符号，因为在复杂的数学运算中涉及到特定的符号。

1. 拉丁字母

B	代表门槛值的障碍水平
cs	信用价差
$\delta_0(V, T)$	在时期0的预期红利流，由公司资产价值来支付，直至时期 T
d_1	由Black和Scholes期权定价公式得到：

$$= \ln \left[\frac{S / K e^{-rT}}{\sigma \sqrt{T}} \right] + \frac{1}{2} \sigma \sqrt{T}$$

其中假设了一个水平的利率期限结构

d_2	$d_1 - \sigma \sqrt{T}$
D	债务的市场价值
F	债务的面值
K	标准Black和Scholes期权中的执行价格
h	简化形式方法中使用的违约密度率
L	简化形式方法中使用的违约损失率
$N(\cdot), \Phi(\cdot)$	累积标准正态分布
$n(\cdot), \phi(\cdot)$	标准正态分布密度
$P_t(T)$	t 时期无风险零息债券或贴现债券的价格，期限为 T
r	短期利率
$R(T)$	期限为 T 的利率，来自随机利率的期限结构模型
E	股权：股东的市场价值或者股票价格
T	任一合约的期限
v	公司的总市场价值
V	公司资产的市场价值
y	公司债券的收益

2. 希腊字母

β	连续支付率
γ	利差期限的波动率参数

δ	连续红利率
ϑ	长期利率的波动率参数
λ	风险溢价的通用符号
μ	公司资产价值动态的漂移参数
ξ	经过风险溢价调整后等于 μ
ρ	相关性参数, 下标用来表示相关的诸变量
σ	扩散过程中用来表示波动率参数的通用符号, 特别地, σ_b 表示资产的波动率
τ	表示离到期或者违约事件发生的时间, 在后一种情况下, 它表示为 τ_b
ϕ 和 φ	在违约发生时的回收价值参数

通用的缩写符号

AOA	无套利机会
APR	绝对优先规则
CIR	Cox、Ingersoll和Ross的文献
DF	违约频率(KMV公司 ^① 的方法)
EDP	预期违约概率
DD	违约距离(KMV公司的方法)
LGD	给定违约时的损失
PDE	偏微分方程

参考文献

OCC website: <http://www.occ.treas.gov/>

Bank for International Settlements, August 1996, *International Banking and Financial Market Developments*, 41 pp.

① 该公司由学术界的两位教授Stephen Kealhofer、Oldrich Vasicek和John MacQuown创立, 他们发展了信用风险管理的方法, 并且参与了JP Morgan和其他机构设立的CreditMetrics方法的设计。