

银行内部评级的方法与实践

詹原瑞 ● 著

INTERNAL RATINGS-BASED (IRB) APPROACHES

本书重点讨论巴塞尔新资本协议提出的内部评级法(IRB)的三个风险参数：违约概率(PD)、违约损失率(LGD)和违约风险暴露(EAD)的估计与确认。结合实证研究和案例分析，对金融机构执行巴塞尔新资本协议所要求的现代风险管理进行了深度解析。本书献给风险经理、评级分析师以及在信用风险管理领域或监管议题上工作的数量分析师，同时，可供从事评估评级系统与风险参数估计质量的内部审计和监管人员参考阅读。

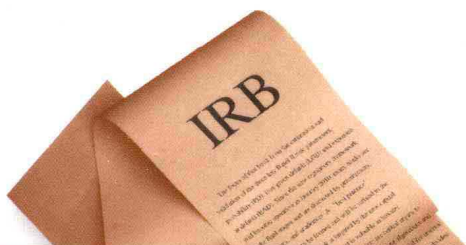
IRB

The focus of this book is on the estimation and validation of the three key Basel II risk parameters, probability (PD), loss given default (LGD) and exposure at default (EAD). Since the new regulatory framework will become operative in January 2010, many banks are in the final stages and are discussed by practitioners, supervisors and academics. A best practice approach has to be formed and will be refined in the future. With the book is inspired by the new capital framework, we hope that it is valuable in inputs to credit portfolio models or credit price algorithms and their correct estimation is essential for internal bank controlling management. The book is divided into parts: Estimation techniques, LGD and EAD, validation and stress testing.

 中国金融出版社

责任编辑：李 融 马 杰

封面设计：吕 颖



银行内部评级的 方法与实践

**INTERNAL RATINGS-BASED (IRB)
APPROACHES**

The focus of this book is on the estimation and validation of the three key Basel II risk parameters, probability (PD), loss given default (LGD) and exposure at default (EAD). Since the new regulatory framework will become operative in January 2010, many banks are in the final stages and are discussed by practitioners, supervisors, and academics. A 'best practice' approach has to be formed and will be refined in the future. With the book is inspired by the new capital framework, we hope that it is valuable in broader context. The three risk parameters are central inputs to credit portfolio models or credit pricing algorithms and their correct estimation is therefore essential for internal bank controlling and management. The book is divided into three main parts: Estimation techniques for the parameters PD, LGD and EAD, validation of these parameters, and stress testing.

上架类别 ○ 金融 · 银行

ISBN 978-7-5049-5269-1



9 787504 952691 >

网上书店：www.chinafph.com

定价：66.00元

银行内部评级的方法与实践

詹原瑞 • 著

**INTERNAL RATINGS-BASED (IRB)
APPROACHES**

 中国金融出版社

责任编辑：李 融 马 杰

责任校对：李俊英

责任印制：程 颖

图书在版编目 (CIP) 数据

银行内部评级的方法与实践 (Yinhang Neibu Pingji de Fangfa yu Shijian) / 詹原瑞著. —北京：中国金融出版社，2009. 11

ISBN 978 - 7 - 5049 - 5269 - 1

I. 银… II. 詹… III. ①国际清算银行—协议—研究②商业银行—银行信用—风险管理—研究—中国 IV. F831.2 F832.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 179757 号

出版

发行

中国金融出版社

社址 北京市丰台区益泽路 2 号

市场开发部 (010)63272190, 66070804 (传真)

网上书店 <http://www.chinafph.com>

(010)63286832, 63365686 (传真)

读者服务部 (010)66070833, 82672183

邮编 100071

经销 新华书店

印刷 保利达印务有限公司

装订 平阳装订厂

尺寸 169 毫米×239 毫米

印张 31.75

字数 602 千

版次 2009 年 11 月第 1 版

印次 2009 年 11 月第 1 次印刷

定价 66.00 元

ISBN 978 - 7 - 5049 - 5269 - 1/F. 4829

如出现印装错误本社负责调换 联系电话 (010)63263947

前言

过去的十年中，银行业在理解信用风险上取得了重大的进展：关注估计关键风险因素违约概率的精确方法，出现了大量有关定价与组合信用风险量度的文献。巴塞尔银行监管委员会重新修正了资本充足性框架，2004 年达成《巴塞尔新资本协议》（简称巴塞尔 II），2005 年修正了巴塞尔 II 的框架，使得上述发展在监管上得以充分反映。巴塞尔 II 在计算信用资产的监管资本上，提出了基于内部评级法（IRB）度量信用风险的框架，但监管资本仍取决于每笔信贷的风险特征，而且仍然忽略组合的内容。

本书的重点在于如何估计与验证巴塞尔 II 所提出的内部评级法的三个风险参数——违约概率（PD）、违约损失率（LGD）和违约风险暴露（EAD）。自 2007 年 1 月（至少在欧洲）新监管框架成为操作性框架以来，许多银行仍处于执行前的准备阶段。2007 年 1 月中国银监会对参与国际业务活动的银行提出了准备实施新监管框架的计划安排。因为从业者、金融监管当局和学者的讨论中仍有许多尚未解决的问题，所以不得不形成“最佳实践方法”，在未来实施监管要求的过程中，还要不断地细化这些方法。因此，学习、了解和研究 IRB 三个风险参数的估计、验证与压力测试对于中国银行业和广大的科技工作者来说是更现实、更迫切的任务，任重而道远。在此之际，用本书将自己的学习体会和研究成果与读者共享，抛砖引玉，目的是为提升我国银行业信用风险管理水平。本书尽管受新资本协议框架的启示，只讨论 IRB 风险参数的估计与验证，但对银行业其他领域研究仍有启示作用。三个风险参数是信用风险组合模型的输入参数或应用于信贷定价的算法，有关它们的估计是银行信用风险内部控制与管理的关键。现已有大量的文章与书籍解释巴塞尔 II，因此，本书不把重点放在介绍巴塞尔 II 框架上，而是专心介绍讨论仍处于技术发展阶段的定性与定量方法。

全书共有 16 章，主要分为三部分：PD、LGD 和 EAD 的估计技术，参数的验证和压力测试。

本书第一部分的一个主要内容涉及有关估计 PD 的各个方面。第 1 章解释用不同部门的信用评级度量不同类型借款人的信用风险的原因。第 2 章介绍银行内部评级与基本信用评级模型。第 3、4、5 章分别介绍统计模型、因果模型和针对零售暴露的评分模型。第 6 章介绍了两种有实用价值的信用风险评估模型：其一，估计未上市的中小企业向前看 PD 的新方法——整合统计模型与宏观经济预测模型；其二，解决无违约或很少违约观察值的大型公司和主权低违约组合的 PD 估计问题。第 7 章提出了由计算机评级、专家调节指引、支持强度和人为推翻——四个基本模块组成的银行内部评级系统框架，详细全面地讨论了关键模块：计算机评级的三个基本步骤——生成数据集与构造样本、建立评级模型和评级模型的校准。

这部分另一个主要内容是 LGD 和 EAD 的估计。与评级和 PD 估计相比，LGD 估计是全新的课题。第 8 章介绍了估计银行贷款违约损失率的基本概念、估计的方法，以及衰退 LGD 的要求。第 9 章讨论估计 LGD 银行的一些实际做法，尤其是替代衰退 LGD 估计的 LGD 的 VaR 方案。第 10 章讨论了最新利用统计模型估计银行贷款回收率的实证研究。第 11 章对 EAD 估计作一般概念性综述。

本书第二部分由评级系统的验证和返回测试的统计模型组成。第 12 章以金融监管当局的角度预期在巴塞尔 II 框架下怎样验证银行内部评级系统。第 13 章从多个层面系统地介绍了度量评级系统区分力的主要量度：累积精确度（CAP）和接收者工作特征曲线（ROC）的定义、性质与应用。第 14 章全面介绍验证 PD 的统计方法与应用，其中以简化的巴塞尔 II 框架为基础，比较预测的违约概率（PD）与观察的违约率（DR）统计检验方法，是银行与金融监管当局讨论 IRB 验证基础的一个简化工具。第 15 章讨论银行利用蒙特卡罗方法，实现验证 PD 的中心极限定理的假设条件，并基于实际评级数据通过返回测试整合相关性。

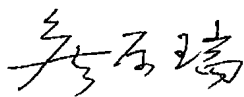
最后一部分是第 16 章信用风险组合的压力测试。压力测试的目的是侦查风险参数模型的局限性并分析未来（极端）逆向事件对银行组合的影响，解释压力测试的概念与实施策略的同时模拟研究，揭示在利用组合模型计算经济资本时压力情景的重大影响。

在当前信用风险研究的重点已转向如何具体实施巴塞尔 II 的形势下，本书每一章在实践应用上都具有极大的价值，并且绝大部分包括实证研究或示例说明，是对金融机构执行巴塞尔 II 要求的现代风险管理的贡献。本书献给风险经理、评级分析师以及在信用风险管理领域或监管议题上工作的数量分析师，而且，以从事评估评级系统与风险参数估计质量的内部审计和监管人员为目标读者。

者，希望本书有助于加深他们的理解并对其日常工作有益。最后也希望在金融经济领域的学者与学生通过本书能够对银行业当前重要课题的技术发展水平有总括性的了解。

本书的研究受到国家自然科学基金（项目编号：70573076）和高校博士点专项科研基金（项目编号：20050056057）的资助，本书的撰写得到了刘俊梅、李如一、韩铁等研究生的热情帮助，在此表示衷心的感谢。

限于作者的学识，错误与不足之处在所难免，敬请读者予以批评指正。



2009年5月7日

目 录

1 信用评级部门的划分及其数据要求	1
1.1 内部评级法	1
1.2 划分信用评级部门	6
1.3 信用评级部门最佳划分实际要求的数据类型	8
1.4 各个部门信用评级的数据要求	10
2 银行内部评级与基本信用评级模型	31
2.1 内部评级的基本概念	32
2.2 内部评级系统的建立	39
2.3 基本信用评级模型	44
2.4 主观判断模型	47
2.5 信用评级模型的混合形式	56
3 建立评级模型的统计方法	63
3.1 风险分类的统计模型	63
3.2 回归分析	64
3.3 Fisher 线性判别分析	65
3.4 Logit 和 Probit 模型	68
3.5 面板模型	73
3.6 决策树	74
3.7 神经网络方法	75
3.8 支持向量机	79

2 银行内部评级的方法与实践

3.9	k 个最近邻居判别法	86
3.10	统计模型与巴塞尔 II	88
4	信用风险因果模型及混合模型	91
4.1	典型的违约风险结构模型	92
4.2	基于现金流的信用风险模型	102
4.3	混合结构模型	110
5	零售暴露的评分模型及应用	116
5.1	什么是评分概念	116
5.2	划分类别与重新编码	117
5.3	不同的评分模型	119
5.4	评分与内部评级法的最低要求	120
5.5	估计评分模型的方法	122
5.6	信用卡的信用评分模型实例	125
6	有实用价值的信用风险评估模型	131
6.1	未上市公司的多个信用风险模型的整合	131
6.2	估计低违约组合的违约概率	142
7	开发银行内部评级系统	156
7.1	评级模型必须满足的基本要求	156
7.2	银行内部评级系统的基本模块	159
7.3	关键模块：计算机评级	162
8	LGD 估计的基础	210
8.1	银行贷款	210
8.2	LGD 量度的基础分析	215
8.3	回收率的决定因素	218
8.4	巴塞尔 II 对 LGD 估计的要求	228
8.5	估计 LGD 的不同方法	231
9	LGD 估计的银行实践	236
9.1	LGD 估计在银行内部风险管理中的应用	236
9.2	LGD 的计算公式	238

9.3	银行估计不同资产 LGD 的一些做法	239
9.4	测算 LGD 模型	240
9.5	直接估计 LGD 的方法	242
9.6	已违约暴露的 LGD 估计	255
9.7	衰退 LGD 估计	257
10	贷款回收率的统计模型	264
10.1	贷款回收率：德国公司的实证研究	265
10.2	贷款累积回收率：葡萄牙商业银行案例研究	275
10.3	贷款损失准备金的估计	292
11	EAD 估计的概念性综述	303
11.1	EAD 估计的监管观点	303
11.2	EAD 估计的内部方法	310
12	银行内部评级系统的验证	320
12.1	验证 IRB 系统	320
12.2	内部评级系统的详细验证	325
13	评级模型区分力的量度与应用	338
13.1	违约概率与评级模型	338
13.2	度量评级模型区分力的基础	339
13.3	累积精确度	344
13.4	接收者工作特征曲线 (ROC)	349
13.5	ROC 曲线下面积 (AUC)	359
13.6	ROC 曲线的形状	367
13.7	AUC 的统计特性	369
13.8	AUC 的正确解释	377
13.9	其他区分力量度	381
13.10	应用案例	385
14	验证 PD 的统计方法与应用	398
14.1	PD、违约率和评级体系	398
14.2	验证 PD 的工具	401
14.3	单个时期的统计检验	404

4 银行内部评级的方法与实践

14.4	多个时期的统计检验	417
14.5	返回测试转移矩阵	429
14.6	PD 验证实践的局限性	431
15	利用蒙特卡罗方法验证 PD	438
15.1	银行实践中的评级系统	438
15.2	统计框架	439
15.3	校准的中心统计假设检验	441
15.4	蒙特卡罗方法的应用	442
15.5	产生返回测试的数据集合——滚动的 12 个月窗口概念	453
15.6	实证结果	455
16	建立信用组合的压力测试	462
16.1	压力测试的目的和意义	462
16.2	对压力测试的监管要求	465
16.3	压力测试的风险参数	467
16.4	压力测试评估	468
16.5	压力测试分类	469
16.6	信用风险压力测试指引	473
	参考文献	483

1 信用评级部门的划分及其数据要求

当前银行业对信用风险的认识与理解已经取得了重大的进展。2004 年巴塞尔银行监管委员会重新修正资本充足性框架达成的新的资本协议^①（简称巴塞尔 II），在监管上充分反映了对信用风险理解的进展。本书讨论的核心在于如何估计与验证巴塞尔 II 所提出的内部评级法（IRB）的三个风险参数：违约概率（PD）、违约损失率（LGD）和违约风险暴露（EAD）。本书的目标是帮助银行开发自己的信用评级程序，介绍讨论当前在该领域的最佳实践方法。因此，首先简要地介绍巴塞尔 II 的内部评级法的三个主要参数，使读者对估计与验证内部评级法三个风险参数的重要性有所了解。其中，违约概率是巴塞尔 II 三个信用风险参数中最重要的一个。PD 的估计与验证是 IRB 的核心。本章奠定讨论违约概率的基础，首先，回答估计 PD 有关的两个问题：

- 银行一般应当定义哪些评级部门？
- 为了估计已知部门的违约概率参数要求输入哪些数据/信息？

1.1 内部评级法

巴塞尔 II 的主要动机是为改变 1988 年的资本协议规定“适合于全体的单一标准”的做法。一旦银行开始采用了 IRB，就期望银行在整个公司集团中使用这种方法。然而，在银行首次使用 IRB 时，不仅在原则上必须得到金融监管当局的确认，而且银行的主要参数估计也必须得到金融监管当局的批准。

IRB 对于银行的吸引力在于，较之使用标准化方法，它允许银行接受较低的资本要求，而且资本要求取决于银行组合的资产质量。另外，金融监管当局限定了银行使用 IRB 减少资本要求的数量：使用这种方法第一年资本要求的数量不少于前一年的 90%，第二年不少于 80%。

IRB 对不同资产分类^②要求采用不同的处理方式，本章具体介绍需要进行评级部门的定义及其数据要求，这个典型的框架具有普遍意义。

根据巴塞尔 II，监管资本仍取决于每笔信贷的风险特征。信用风险加权资产

^① Basel Committee on Banking Supervision (2004), International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Bank for International Settlements.

^② 公司暴露、专业贷款、主权暴露、银行暴露、零售暴露和股权暴露。

2 银行内部评级的方法与实践

(RW) 的定义是

$$RW = K \times 12.5 \times EAD \quad (1.1)$$

其中, K 代表对信用资产的资本要求权重, 或称为风险权重; EAD (Expose at Default) 是违约风险暴露。内部评级法中的违约风险暴露不同于标准方法, 不从 EAD 中扣除担保。12.5 是最低资本要求 8% 的倒数。

信用资产的资本要求权重 K 由三个要素组成, 即由违约损失率、违约概率和期限及其调节决定:

$$K = \underbrace{LGD}_{P1} \times \underbrace{PD^*}_{P2} \times \underbrace{f(M, b)}_{P3} \quad (1.2)$$

$P1$: 违约损失率^①

LGD 表示违约发生时违约风险暴露中得不到赔偿的比例, 对于资本要求权重 K 的影响重大, 二者是线性关系, 如图 1-1 所示。 LGD 的增长使得资本要求权重以相同的因子增加, 而且与 LGD 的最初水平无关。

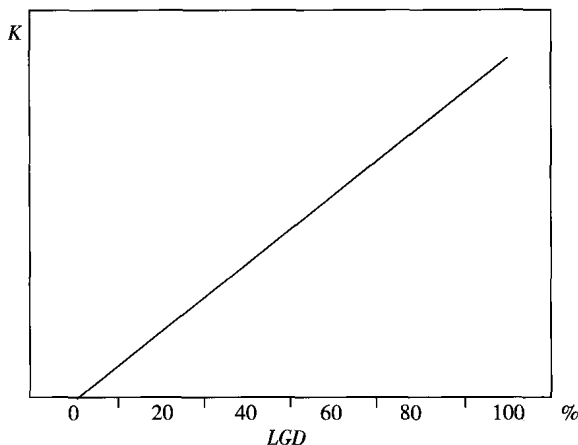


图 1-1 K 与 LGD 的线性关系

- 在 IRB 初级法中, LGD 水平是预先决定的。例如, 指定公司、主权和银行的优先级要求权的 LGD 为 45%, 而次级债权的 LGD 为 75%。另外, 诸如金融抵押品、商业和住宅房地产等是降低 LGD 水平的合格抵押品。

- 在 IRB 高级法中, 银行使用自己内部估计的 LGD 。

$P2$: 违约概率

在式 (1.2) 中, PD^* 是整合相关性影响的资本要求权重函数, 可以把 PD^* 看做考虑资产类型的相关因素的压力违约概率。

^① 违约损失率等于 1 减回收率。

与 LGD 不同, 违约概率映射到资本要求权重中呈现凹函数。^① 当 PD 较高时 (非投资级), LGD 增长对资本要求的相对影响大于 PD 的影响 (见图 1-2)。

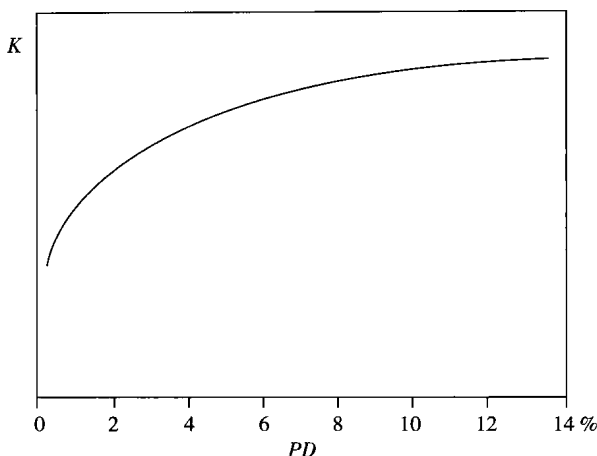


图 1-2 K 与 PD 的非线性关系

巴塞尔 II 的理论基础是简单的单因素组合模型。^② 假设资产收益率 Y 服从标准正态分布 $N(0,1)$, 系统风险 X 和特质风险 ξ 两者也都服从标准正态分布:

$$Y = \rho X + \sqrt{1 - \rho^2} \xi \quad (1.3)$$

其中, ρ 是资产收益的相关系数。

违约概率是资产收益率低于某个阈值 D 的概率:

$$PD = P(Y < D) \quad (1.4)$$

在平常情景下 ($X=0$), 计算违约概率:

$$PD = P\left(\xi < \frac{D}{\sqrt{1 - \rho^2}}\right) = N(-DD) \quad (1.5)$$

其中, DD 是违约距离, $D/\sqrt{1 - \rho^2} = -DD$ 。

巴塞尔 II 将随机变量系统因素在 99.9% 置信水平的最差情景中的违约概率作为违约概率的压力值。在标准正态分布下, 99.9% 置信水平情景对应三个标准差, 即 $X = -3$, 压力概率是

$$PD^* = P(-3\rho + \sqrt{1 - \rho^2} \xi < D)$$

① 事实上, 取决于违约概率的相关性是促成凹性的因素。

② 詹原瑞:《银行信用风险的现代度量与管理》, 437~438 页, 北京, 经济科学出版社, 2004。

$$PD^* = P\left(\xi < \underbrace{\frac{D}{\sqrt{1-\rho^2}}}_{-DD} + 3 \underbrace{\frac{\rho}{\sqrt{1-\rho^2}}}_{\sigma}\right) \quad (1.6)$$

其中, $\sigma = [\rho / \sqrt{1-\rho^2}]$ 。

根据正态分布, $PD^* = N(-DD + 3\sigma)$, $N(\cdot)$ 是标准正态随机变量的累积分布函数。

根据资产种类的不同, 调整系统因子与资产收益的相关系数 ρ 。图 1-3 显示 ρ 的不同规则, 巴塞尔 II 以不同种类资产的相关水平作为借款人违约概率的函数。

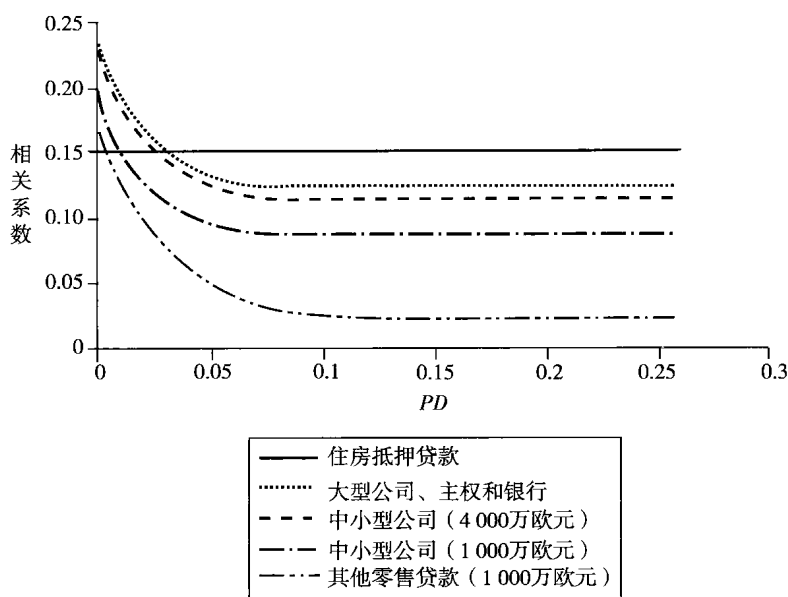


图 1-3 巴塞尔 II 对各类资产函数规定的相关系数 (ρ)

P3: 期限调整

在式 (1.2) 的资本要求权重中, $f(\cdot)$ 是贷款期限 M 和期限调整因素 b 的函数, 如式 (1.7) 所示, 期限调整因素 b 取决于违约概率, 如式 (1.8) 所示:

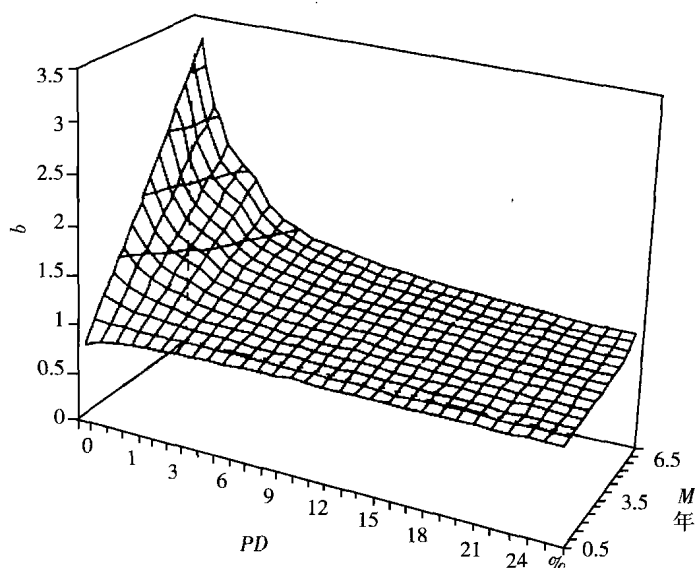
$$f(M, b) = \frac{1 + (M - 2.5)b(PD)}{1 - 1.5b(PD)} \quad (1.7)$$

$$b(PD) = [0.11852 - 0.05478 \log(PD)]^2 \quad (1.8)$$

在 IRB 初级法中, 假设工具的有效期限是 2.5 年; 而在 IRB 高级法中, 针对每个工具的有效期限调整资本要求权重, 其调整因素取决于违约概率水平 (譬如在公司、主权和银行情况下)。图 1-4 和图 1-5 描述了期限的调节影响。

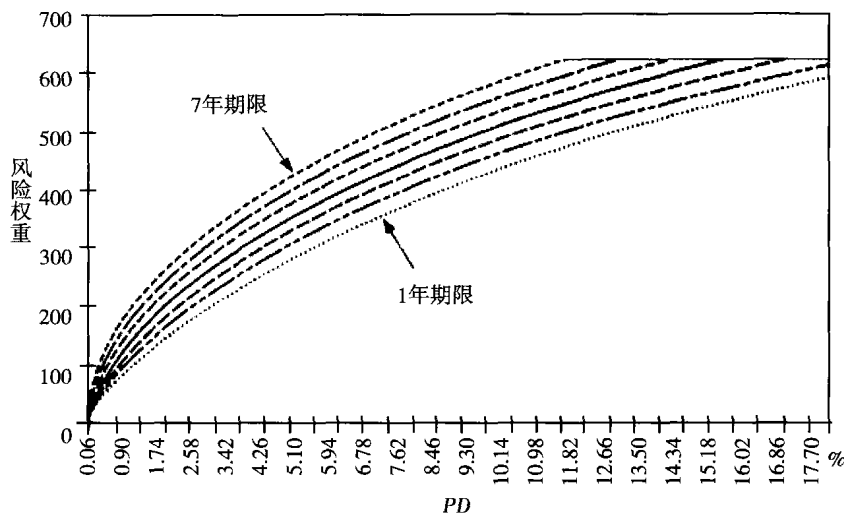
图 1-4 表明利用期限调节对高质量 (投资级) 工具的惩罚大于对低质量的

惩罚。这暗示在巴塞尔 II 中规定对信用最好借款人资本要求的某些减免被期限调整所抵消。



资料来源: Arnaud de Servigny, Olivier Renault (2004), Measuring and Managing Credit Risk, McGraw-Hill, 114-116。

图 1-4 期限调节因素 (b) 作为 PD 的函数



资料来源: Arnaud de Servigny, Olivier Renault (2004), Measuring and Managing Credit Risk, McGraw-Hill, 114-116。

图 1-5 大型实体公司各种期限贷款的风险权重