

基于经济资本管理系统的商业 银行贷款决策方法研究

彭建刚 梁国栋 张丽寒 黄向阳

湖南大学金融管理研究中心

2009年4月12日报告于中国金融工程学年会

1. 论文背景



- 本文是国家自然科学基金项目《我国商业银行违约模型与经济资本配置研究》的部分工作。
- 经济资本管理已成为商业银行风险管理的核心。
- 将经济资本管理与贷款决策有机地结合起来是我国商业银行需要解决的现实问题，美国金融危机的爆发更加凸现了其紧迫性。

1. 论文背景（续）



- 商业银行需要建立一经济资本管理系统。通过这一系统可将违约概率的确定、违约损失率的确定、经济资本的在线实时计量、新增贷款风险贡献的在线实时计量、贷款的最优决策组成一完整的操作链条。
- 国内将数据仓库技术有效地应用于经济资本管理的研究甚少，缺乏将经济资本管理原理应用于贷款决策的具有可操作性的方法。

2. 本文的主要贡献



本文基于巴塞尔新资本协议和CreditRisk+模型，以数据仓库为基础，设计了商业银行经济资本管理系统。这一系统可有效地运用于经济资本约束条件下商业银行的贷款决策。

- 实现任一贷款组合的经济资本计量和新增贷款风险贡献的在线实时计量。
- 以EVA为目标函数、以经济资本限额等为约束条件构建了商业银行贷款决策最优化模型。

3. 基于经济资本管理系统的银行 贷款决策方法研究



基于经济资本管理的贷款决策的主要步骤:



3.1 违约率可变时经济资本的计量



- 考虑到行业内部的相关性和系统风险对贷款组合产生影响，在运用CreditRisk+模型计量经济资本时需采用部门分析法。
- 将本课题组2007年提出的加权平均频带划分方法和贷款违约表法应用于CreditRisk+模型，对违约率可变条件下的贷款组合进行经济资本计量。

3.2 贷款风险贡献的计量



■ 风险贡献是指单笔贷款对贷款组合非预期损失的贡献。

■ 一笔贷款对整个贷款组合的风险贡献的计算公式为：

$$RC_A = \frac{E_A \mu_A}{UL} \left(E_A + \sum_k \left(\frac{\sigma_k}{\mu_k} \right)^2 \varepsilon_k \right) \quad (1)$$

3.2 贷款风险贡献的计量（续）



其中：

■ RC_A —— 债务人A的贷款对组合的风险贡献

■ E_A —— 债务人A的风险暴露

■ μ_A —— 债务人A违约率的均值

■ UL —— 贷款组合的非预期损失（经单位调整）

■ σ_k —— 第k个组合子集各笔贷款违约率的标准差之和

■ μ_k —— 第k个组合子集的预期违约事件个数

■ ε_k —— 第k个组合子集的预期损失（经单位调整）

3.2 贷款决策最优化模型的构建



■ 本文考虑商业银行经济资本的限额、RAROC等约束条件，运用数学规划方法构建商业银行贷款决策的最优化模型。

■ 将EVA作为贷款决策的优化目标，用公式表示如下：

(2)

$$\text{Max } EVA = R - C - EL - r^* \times EC$$

3.2 贷款决策最优化模型的构建（续）



其中：

- **EVA**——经济价值增加值
- **R** ——贷款组合的收益
- **C** ——成本(包括资金成本和运营成本)
- **EL** ——贷款组合的预期损失(经单位调整)
- EC^* ——经济资本最低回报率
- **EC** ——贷款组合所占用的经济资本

3.2 贷款决策最优化模型的构建（续）



模型主要约束条件的量化：

- 经济资本限额的约束。分支行可配置的经济资本限额由上级行确定，分支行所占用的经济资本总量不能超过此限额，否则经济资本就无法覆盖贷款所产生的风险。
- 设某分支行可配置的经济资本限额为 EC^* ，则经济资本限额的约束条件为：

(3)

$$\sum RC_A \leq EC^*$$

3.2 贷款决策最优化模型的构建（续）



- 经济资本最低回报率的约束。银行根据其战略目标设定一个最低回报率。银行在经营过程中的RAROC值不得低于这个最低回报率。
- 设银行确定的经济资本最低回报率为 r^* ，则经济资本回报率约束条件可表示为：

$$RAROC = \frac{R - C - EL}{EC} \geq r^* \quad (4)$$

3.2 贷款决策最优化模型的构建（续）



根据式（1）、（2）、（3）和（4），我们构建出商业银行的贷款决策最优化模型：

$$\text{Max} EVA = R - C - EL - r^* \times EC$$

$$s.t. \left\{ \begin{array}{l} \sum RC_A \leq EC^* \\ RAROC = \frac{R - C - EL}{EC} \geq r^* \\ RC_A = \frac{E_A \mu_A}{UL} (E_A + \sum_k (\frac{\sigma_k}{\mu_k})^2 \varepsilon_k) \\ EL = \sum_j \varepsilon_j \\ EC = VaR(\alpha) - \sum_j \varepsilon_j \\ R = \sum_i R_i \\ C = \sum_i C_i \end{array} \right. \quad (5)$$

3.2 贷款决策最优化模型的构建（续）



其中：

- **RAROC** —— 风险调整后的资本回报率
- R_i —— 频带j的预期损失（经单位调整）
- C_i —— 第i笔贷款的收益
- ε_j —— 第i笔贷款的成本

4. 算例分析



- 现通过算例分析说明这一经济资本管理系统的有效性。
- 在选取贷款组合时，使用了国内某城市商业银行2007年的数据。
- 从简单考虑，只选取了该行建筑业和制造业两个行业的部分贷款数据。

4.1 样本数据的选取



选取该城市商业银行于2007年1月发放的300笔1年期公司贷款作为样本数据，其中建筑业70笔，制造业230笔。具体情况见下表：

信用等级	建筑业	制造业	总计
AA	0	3	3
A	5	9	14
BBB	57	192	249
BB	5	10	15
B	3	9	12
CCC	0	7	7
总计	70	230	300

4.2 经济资本的计量



根据贷款违约表法分别计算出2005年、2006年和2007年的一年期公司贷款的违约概率。结果如下表：

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC
2005	0.00%	0.00%	1.52%	2.81%	7.68%	8.60%	13.63%
2006	0.00%	0.00%	1.38%	2.51%	6.45%	7.69%	12.82%
2007	0.00%	0.00%	1.27%	2.03%	5.59%	6.96%	11.55%

4.2 经济资本的计量（续）



根据上表计算出各信用等级债务人违约率的均值和标准差, 结果如下表所示:

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC
μ_A	0	0	0.014	0.025	0.066	0.078	0.0127
σ_A	0	0	0.001	0.039	0.011	0.008	0.011

4.2 经济资本的计量（续）



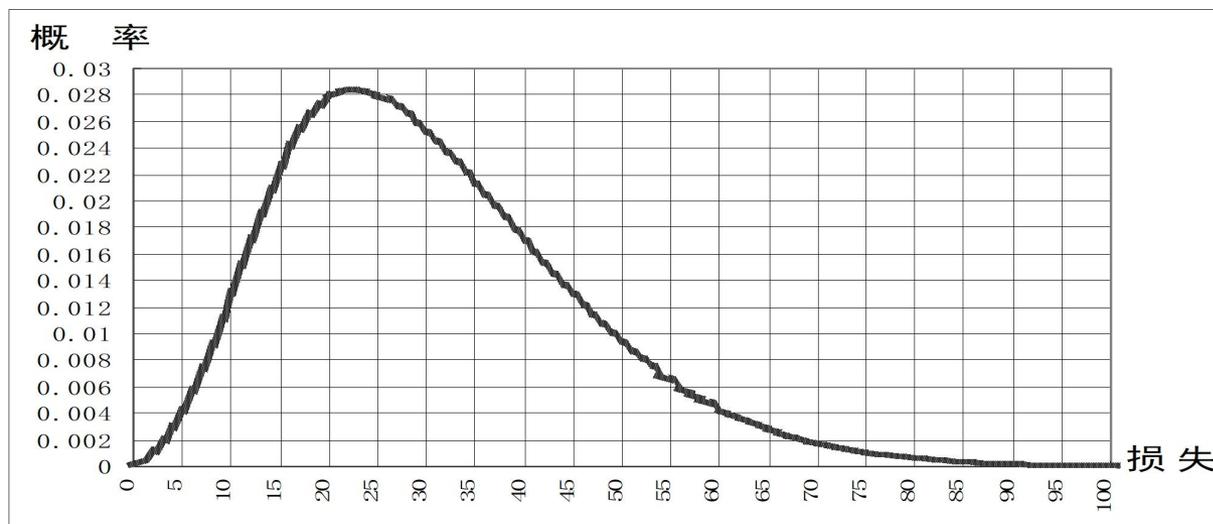
根据上表计算出计量2007年经济资本所需的参数值。结果见下表：

行业	μ_k	σ_k	α_k	β_k	p_k	τ_k
建筑业	2.026	0.3082	43.23	0.05	0.04	6.58
制造业	7.068	1.0209	47.92	0.15	0.13	6.92

4.2 经济资本的计量（续）

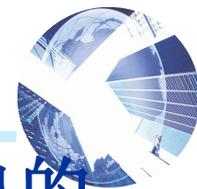


根据本课题组（2008）提出的加权平均的频带划分方法，结合上表计算出预期损失和非预期损失。为消除因频带个数的不同而引起计算结果的波动，本文随机抽取了10种不同的频带划分方式并取计算的平均值，测算出来的预期损失为615.83万元，经济资本为3024.16万元。下图是该贷款组合的违约损失分布图（其中的一种频带划分方式）。



贷款组合的违约损失分布图（单位：20万元）

4.3 风险贡献的计量



根据公式(1)，应用数据仓库程序计算出的300笔样本数据总的风险贡献为3100.13万元。

设有7笔备选贷款，其基本特征如下表：

序号	部门	信用等级	违约概率	贷款额(万元)
1	建筑业	A	0.01	250
2	建筑业	BBB	0.02	300
3	建筑业	BB	0.07	260
4	建筑业	B	0.08	200
5	制造业	BB	0.07	350
6	制造业	BB	0.07	298
7	制造业	B	0.08	220

4.3 风险贡献的计量（续）



这7笔备选贷款的风险贡献的计量结果见下表：

序号	原组合总风险贡献	新增贷款后总风险贡献	新增贷款后风险贡献增量
1	3100.13	3100.42	0.29
2	3100.13	3100.53	0.40
3	3100.13	3105.38	5.25
4	3100.13	3103.95	3.82
5	3100.13	3137.74	37.61
6	3100.13	3106.30	6.17
7	3100.13	3101.14	1.01

4.4 贷款的最优决策



我们作出如下假设：

- 该行原发放300笔贷款的成本（含资金成本和经营成本）为3000万元；
- 增加一笔贷款时成本会发生变化，在本算例分析中，假设组合的经营成本保持不变，但资金成本相应增加；
- 该行的经济资本限额 EC^* 为3120万元；
- 最低经济资本回报率 r^* 为10%。

4.4 贷款的最优决策（续）



根据式（5），该银行的贷款决策最优化模型可以表示为：

$$\text{MaxEVA} = R - 3000 - EL - 10\% \times EC$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum RC_A \leq 3120 \\ RAROC = \frac{R - 3000 - EL}{EC} \geq 10\% \\ RC_A = \frac{E_A \hat{\mu}_A}{\sigma} (E_A + \sum_k \frac{(\sigma_k)^2}{\mu_k} \varepsilon_k) \\ s.t. \left\{ \begin{array}{l} EL = \sum_j \varepsilon_j \\ EC = VaR(\alpha) - \sum_j \varepsilon_j \\ R = \sum_i R_i \\ C = \sum_i C_i \end{array} \right. \end{array} \right. \quad (6)$$

4.4 贷款的最优决策（续）



根据式（6），通过数据仓库我们计算出该模型的结果如下表所示。在7笔新增贷款中，第2笔贷款为最优选择。

序号	经济增加值EVA(万元)	新增贷款后的总风险贡献(万元)
1	324.08	3100.42
2	335.01	3100.53
3	324.86	3105.38
4	319.14	3103.95
5	325.54	3137.74
6	312.67	3106.30
7	316.77	3101.14

5. 结论



- 通过本文设计的经济资本管理系统，商业银行可实时计量新增贷款的风险贡献及贷款组合的经济资本。
- 通过这一经济资本管理系统，商业银行在经济资本约束条件下可实现贷款决策优化。本文构建的贷款决策最优化模型可在控制风险的同时关注新增贷款的盈利性，可实现一定风险水平下效益最高。



谢谢！

计量经济资本的公式



计算损失分布的递推式如下：

$$A_{n+1} = \frac{1}{b_0(n+1)} \left(\sum_{i=0}^{\min(r,n)} a_i A_{n-i} - \sum_{j=0}^{\min(s-1,n-1)} b_{j+1} (n-j) A_{n-j} \right)$$

贷款组合在一定置信水平下的VaR值为：

$$VaR(\alpha) = \min \left\{ x \left| \sum_{i=0}^x P(\text{loss} = i \times L) \geq \alpha \right. \right\}$$

整个贷款组合所应占用的经济资本为：

$$\text{经济资本} = VaR(\alpha) - \sum_j \varepsilon_j$$

[返回](#)

频带划分后的参数和计算结果



	频带	公共敞口 (20万元)	贷款笔数	预期违约个数	预期损失 (20万元)
建筑业	1	1	11	0.3000	0.3000
	2	2	19	0.5277	1.0553
	3	3	15	0.4097	1.2290
	4	5	15	0.5441	2.7204
	5	21	10	0.2448	5.1414
制造业	1	1	92	3.2493	3.2493
	2	2	28	0.8654	1.7309
	3	3	39	1.0140	3.0421
	4	5	43	1.3095	6.5473
	5	9	28	0.6292	5.6630

敞口=远期价值×违约损失率

[返回](#)

违约损失率的确定



担保方式	LGD	担保方式	LGD
仓单、提单质押	0.40	上市公司保证	0.40
房产抵押	0.35	土地使用权抵押	0.35
国家或地方政府保证	0	信用证质押	0.40
机器设备抵押	0.40	一般法人企业保证	0.40
其他动产质押	0.40	银行汇票、本票质押	0
其它质押	0.40	应收账款质押	0.35
人民币存单质押	0	专业担保公司保证	0.40
无抵押融资	0.45	信用	0.45

来源：中国银行业监督管理委员会译，巴塞尔新资本协议，中国金融出版社，2004

[返回](#)

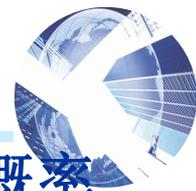
贷款违约表法



贷款违约表的指标

- (1) 贷款违约数 D_i ，指在第 i 期内发生违约的贷款笔数。
- (2) 贷款删失数 CD_i ，指在第 i 期提前偿还的贷款笔数。并假设各子区间的贷款删失数服从均匀分布。
- (3) 贷款历险数 N'_i ，指在第 i 期内经受违约风险考验的贷款笔数。由于删失数据存在的可能性（应剔除）， N'_i 不一定等于第 i 期期初存在的贷款笔数。
- (4) 贷款条件违约概率 PD_i ，指在第 i 期期初存在的某笔贷款在第 i 期内发生违约的概率。
- (5) 贷款累积违约概率 CPD_i ，指自贷款发放起至第 i 期期末发生违约的概率。

利用贷款违约表测算违约概率的计算过程



贷款违约表中信用等级为X的客户在第 i 期的条件违约概率 PD_{Xi} 和累积违约概率 CPD_{Xi} 的计算公式如下：

$$PD_{Xi} = \frac{D_{Xi}}{N'_{Xi}} \quad (1)$$

$$CPD_{Xi} = 1 - \prod_{t=1}^i (1 - PD_{Xi}) \quad (2)$$

$$N'_{Xi} = N_{Xi} - \frac{1}{2} CD_{Xi} \quad (3)$$

其中： D_{Xi} —在第 i 期违约的贷款笔数；

N_{Xi} —在第 i 期期初存在的贷款笔数；

N'_{Xi} —在第 i 期经受违约风险考验的贷款笔数；

CD_{Xi} —在第 i 期内删失的贷款笔数。

式 (3) 中 CD_{Xi} 取 $\frac{1}{2}$ 的系数是考虑到贷款删失数服从均匀分布。

利用贷款违约表测算违约概率的计算过程



若确定贷款期限内任意一年的年违约概率，需运用该年内每个月（按月划分子区间）的条件违约概率 PD_j 并通过如下公式计算即可求得：

$$DF_{\text{年违约概率}} = 1 - \prod_{j=i}^{j=i+11} (1 - PD_j) \quad (4)$$

i 为贷款期内任一时点。根据公式（4）可根据需要测算年违约概率。

[返回](#)

数据仓库的概念



数据仓库是一个面向主题的、集成的、相对稳定的、反映历史变化的数据集合，用于支持管理决策。

- 面向主题：数据是按照特定的主题进行组织。
- 集成：数据消除了源数据中的不一致性。
- 相对稳定：数据进入数据仓库后被长期保留，修改和删除操作很少，只需要定期的加载。
- 反映历史变化：数据通常包含历史信息，通过这些信息，可以对历史做出定量分析，对未来趋势做出预测。

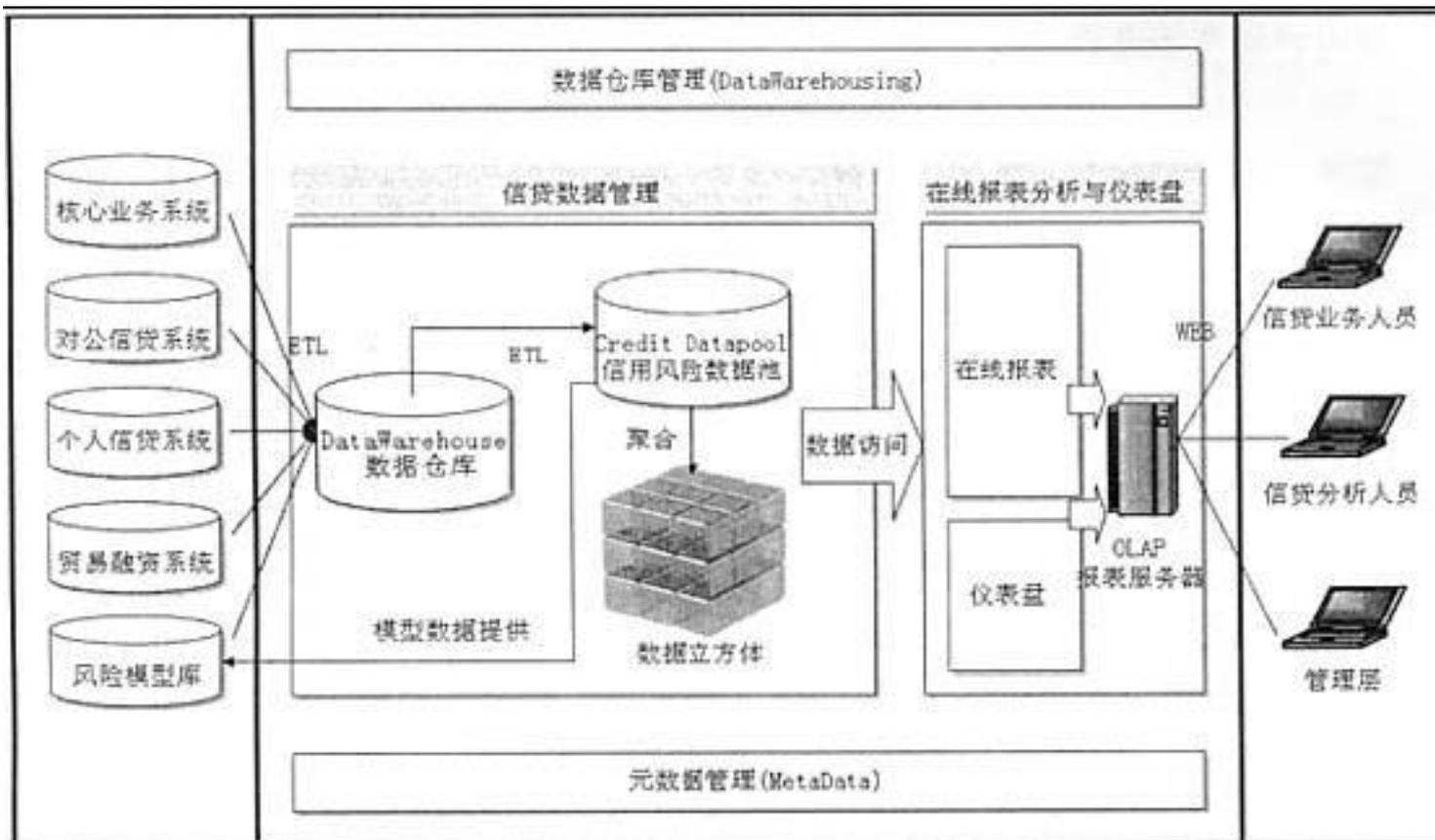
基于经济资本管理的数据仓库系统架构



分为三个部分：

- 原始数据资料存储系统，包括对公信贷系统、个人信贷系统、风险模型库。
- 数据资料处理系统，包括信贷数据管理、元数据管理。把存储系统中的数据根据需求进行处理并存储到数据仓库中，利用CreditRisk+模型的计算方法求得贷款组合违约损失分布，并将最终数据存入到信用风险数据池中，最后把信用风险数据池中的数据聚合成数据立方体。
- 在线报表分析系统。通过前台应用软件对数据仓库进行访问，把计算结果输出并且根据需求生成各种表以便进行在线分析决策。

经济资本计量的数据仓库系统架构图



[返回](#)

各参数值的计算公式



■ 第k个组合子集中，Gamma分布参数 α, β 可以表示为 $\alpha_k = \mu_k^2 / \sigma_k^2$ ， $\beta_k = \sigma_k^2 / \mu_k$ 。

■ p_k 为CreditRisk+模型计算各部门违约事件个数的一个参数，其计算公式为：

$$p_k = \frac{\beta_k}{1 + \beta_k}$$

■ 为了计算方便，我们将Gamma分布进行标准化处理，其中 τ_k 是将Gamma分布标准化后的标准差，即Gamma分布标准化后 α_k 变为1， β_k 变为 τ_k 。

[返回](#)