第 15 卷 第 4 期　控 制 与 决 策　2000 年 7 月
Vol. 15 No. 4　CONTROL AND DECISION　July 2000

基于单位风险收益最大原则的贷款组合优化决策模型*

迟国泰　秦学志　朱战宇
(大连理工大学管理学院　116024) (大连理工大学应用数学系) (大连理工大学管理学院)

摘　要　针对已有的不确定投资情况下风险与收益选择方法的特点与弊端，提出了在贷款组合配给中的单位风险收益最大原则，并依此建立了风险贷款组合的优化决策模型，解决了收益与风险各不相同时贷款组合的决策问题。实例分析和对比表明了该方法的科学性。

关键词　单位风险，贷款风险，贷款组合，贷款决策，优化方法
分类号　F 830.5

Decision-making Model of Loan's Portfolio Optimization Based on Principle of Maximum Earnings Per Risk

Chi Guotai, Qin Xuezhi, Zhu Zhanyu
(Dalian University of Technology)

Abstract　To the characters and defects of the existed methods in solving the relationship between earnings and risks when the investment environment is unsure, the principle of maximum earnings per risk in loan's portfolio distribution is presented. A decision-making model of loan-risk portfolio optimization according this principle is set up. The decision-making problem when the earnings and risks are very different among every alternative of loan's portfolio is solved. With the farther practical and comparative analysis, scientificity of the model is illuminated.

Key words　per risk, loan risk, loan's portfolio, decision-making of loan, optimization method

1　引　言

风险贷款组合配给决策，是在综合考虑贷款收益和风险的前提下，从众多的贷款对象中选择一组合适的贷款对象的过程。

目前在国内外的研究中，不确定投资情况下的风险与收益之间的选择关系有以下 2 种方法：1) 利用支配原理进行选择[1]，即当备选投资方案的风险相同时取收益最大者，当备选投资方案的收益相同时取风险最小者。这种方法的弊端在于：在实际投资中，很难遇到备选的几种方案具有相同的风险或相同的收益，更多情况是风险大的投资其收益也大，反之亦然。2) 夏普指数法[1]。这种方法是求每个项目的净利润与风险之比，用于判断哪个备选方案更有利。但该方法只能用于互斥方案的单一投资项目决策，没有考虑组合投资情况下的风险与收益关系。

在综合考虑上述因素的基础上，本文提出一个贷款组合的单位风险收益最大原则，并建立了贷款风险组合优化的决策模型；通过实例分析和对比，进一步剖析了这种决策方法的优点，为信贷风险管理提供了科学的决策方法。

2　贷款风险组合决策的原则

2.1　单位风险收益最大原则

单位风险收益最大原则是通过计算组合投资的

* 国家自然科学基金项目(79770011)和加拿大国际开发署中-加大学与产业合作项目(CCUIPP)
1999-09-06 收稿，1999-11-04 修回

平均收益与组合风险之比来判断组合方案的优劣,比值大的组合方案代表其单位风险所获得的收益也大。这不但使相同收益或相同风险的方案可以相互比较,而且对不同收益且不同风险的方案也可进行对比,进而使收益与风险这一矛盾的两方面在该原则下统一起来。

2.2 贷款剩余资源最少原则

在对中长期可用资金进行分配时,如果仅依据单位风险收益最大原则来决策,就可能出现只有很少几个项目被选中的情况,这样会造成分配后的剩余资金过多。虽然可将其用作短期贷款使用,但却浪费了大量中长期贷款的可用头寸,同时也无法保证银行盈利性的要求。因此,在贷款组合优化决策中,应在每笔单项贷款可行的基础上,增加一个最低贷款额度 L_b 的约束条件,以使乘余资金处于银行可以接受的水平。

2.3 可比性原则

贷款项目的使用年限或寿命不尽相同,若采用净现值(NPV) 作为评价指标,则不具有可比性。为使评价指标具有可比性,应采用总净现值进行评价[1]。

3 贷款风险组合优化决策模型

3.1 目标函数的建立

设 σ 为贷款组合的标准差,用来衡量贷款组合的总风险; m 为申请贷款企业的个数; TNPV_i, TNPV_j 分别为第 i 个企业和第 j 个企业新建项目在经济状态好、中、差 3 种情况下的总净现值数列,这样 m 个企业贷款的 TNPV_i 组成一个 $3\times m$ 阶矩阵; X_i 为 0-1 变量, $X_i=0$ 为第 i 个贷款企业未被选中, $X_i=1$ 为第 i 个贷款企业被选中; $\mathrm{cov}(\mathrm{TNPV}_i\cdot X_i, \mathrm{TNPV}_j\cdot X_j)$ 为第 i 个项目总净现值数列与第 j 个项目总净现值数列的协方差,即二者的组合风险[1]; 当 $X_i=0$ 时,第 i 个贷款企业项目未被选中,其与第 j 个贷款企业项目的协方差为 0。则贷款组合的总风险为[1]

$$\sigma=\left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}\mathrm{cov}(\mathrm{TNPV}_i\cdot X_i,\mathrm{TNPV}_j\cdot X_j)\right]^{1/2}=\left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}X_iX_j\cdot\mathrm{cov}(\mathrm{TNPV}_i,\mathrm{TNPV}_j)\right]^{1/2}\qquad(1)$$

设 $\overline{\mathrm{TNPV}}_i$ 为第 i 个企业新建项目在经济状态好、中、差 3 种情况下的总净现值数列的平均值,则贷款组合的总效益为

$$\mathrm{TNPV}=\sum_{i=1}^{m}\overline{\mathrm{TNPV}}_i\cdot X_i\qquad(2)$$

根据 2.1 节所述原则,设 W 为贷款的单位风险收益,则决策模型的目标函数为

$$\max W=\mathrm{TNPV}/\sigma\qquad(3)$$

3.2 约束条件

设 L 为银行贷款总额, L_i 为第 i 个企业新建项目所需贷款额, L_a 为银行中长期贷款的可用头寸, L_b 为银行中长期贷款组合的最低配给额。根据 2.2 节所述原则,资金约束为

$$L_b\le L\le L_a,\quad L=\sum_{i=1}^{m}L_iX_i\qquad(4)$$

3.3 贷款风险组合优化决策模型

综合上述内容,可得贷款风险组合优化决策模型如下

$$\begin{aligned}
&\mathrm{obj}\ \max W=\mathrm{TNPV}/\sigma\\
&\mathrm{s.t.}\ \sum_{i=1}^{m}L_iX_i\le L_a\\
&\quad\ \sum_{i=1}^{m}L_iX_i\ge L_b\\
&\quad\ \mathrm{TNPV}=\sum_{i=1}^{m}\overline{\mathrm{TNPV}}_i\cdot X_i\\
&\quad\ \sigma=\left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}X_iX_j\cdot\mathrm{cov}(\mathrm{TNPV}_i,\mathrm{TNPV}_j)\right]^{1/2}\\
&\quad\ X_i=\begin{cases}0, & \text{不选 } i \text{ 企业},\\ 1, & \text{选择 } i \text{ 企业},\end{cases}\quad i=1\sim m
\end{aligned}\qquad(5)$$

4 实例分析

4.1 基本情况

某银行新建项目的贷款头寸 L_a 为 300 万元,贷款最低完成任务 L_b 为 270 万元。现有 10 个企业申请基建贷款,贷款额度为其总投资的 70%。企业拟用项目新增利润和企业其它利润还款,每个企业贷款项目经评估都是可行方案。其它信息如表 1 所示。现在要求确定银行的贷款组合决策,以决定对哪些企业发放贷款。

4.2 贷款组合优化分析

4.2.1 贷款组合优化模型的建立

由 4.1 节的信息及 3.3 节的通用模型,有

$$\begin{aligned}
&\mathrm{obj}\ \max W=\mathrm{TNPV}/\sigma\\
&\mathrm{s.t.}\ 35X_1+28X_2+39.9X_3+31.5X_4+\\
&\qquad 56X_5+26.25X_6+63X_7+21X_8+\\
&\qquad 24.5X_9+11.2X_{10}\le 300
\end{aligned}$$

表 1　贷款组合备选方案

项目		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	行号
总投资		50	40	57	45	80	37.5	90	30	35	16	1
银行投资		35	28	39.9	31.5	56	26.25	63	21	24.5	11.2	2
投资期(年)		7	5	6	4	8	5	9	3	6	4	3
年现金流	好	12.5	12.5	16	17.5	17.5	12.5	20	15	11	6.5	4
	中	11	11.5	11.5	16.5	13	9	19	13	8.4	5.9	5
	差	9.5	10.5	10	15	10	7.6	13.5	11.5	7.8	4.5	6
贴现率(%)		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7
NPV	好	22.33	14.12	24.21	17.05	33.11	16.62	52.16	10.85	20.83	7.05	8
	中	13.65	9.79	1.37	13.51	4.02	1.47	45.05	5.40	7.64	4.92	9
	差	4.97	5.46	-6.24	8.19	-15.37	-4.60	5.96	1.32	4.59	-0.04	10
$TNPV_i$	好	77.18	65.22	95.40	96.19	102.45	76.77	146.76	79.67	82.09	39.76	11
	中	47.18	45.22	5.40	76.19	12.45	6.77	126.76	39.67	30.09	27.76	12
	差	17.18	25.22	-24.60	46.19	-47.55	-21.23	16.76	9.67	18.09	-0.24	13
$\overline{TNP_i}$		47.18	45.22	25.40	72.86	22.45	20.77	96.76	43.01	43.42	22.42	14

表 2　总净现值 **TNPV** 的协方差矩阵 **cov**($TNPV_i$, $TNPV_j$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	600.00	400.00	1 200.00	500.00	1 500.00	980.00	1 300.00	700.00	640.00	400.00
2	400.00	266.67	800.00	333.33	1 000.00	653.33	866.67	466.67	426.67	266.67
3	1 200.00	800.00	2 600.00	966.67	3 100.00	2 100.00	2 300.00	1 433.33	1 413.33	746.67
4	500.00	333.33	966.67	422.22	1 233.33	793.33	1 133.33	577.78	511.11	342.22
5	1 500.00	1 000.00	3 100.00	1 233.33	3 800.00	2 520.00	3 100.00	1 766.67	1 666.67	973.33
6	980.00	653.33	2 100.00	793.33	2 520.00	1 698.67	1 913.33	1 166.67	1 138.67	616.00
7	1 300.00	866.67	2 300.00	1 133.33	3 100.00	1 913.33	3 266.67	1 466.67	1 186.67	946.67
8	700.00	466.67	1 433.33	577.78	1 766.67	1 166.67	1 466.67	822.22	768.89	457.78
9	640.00	426.67	1 413.33	511.11	1 666.67	1 138.67	1 186.67	768.89	771.56	391.11
10	400.00	266.67	746.67	342.22	973.33	616.00	946.67	457.78	391.11	280.89

$$35X_1 + 28X_2 + 39.9X_3 + 31.5X_4 + 56X_5 + 26.25X_6 + 63X_7 + 21X_8 + 24.5X_9 + 11.2X_{10} \geq 270$$

$$TNPV = 47.18X_1 + 45.22X_2 + 25.40X_3 + 72.86X_4 + 22.45X_5 + 20.77X_6 + 96.76X_7 + 43.01X_8 + 43.42X_9 + 22.42X_{10}$$

$$\sigma = \left[\sum_{i=1}^{10}\sum_{j=1}^{10} X_i X_j \cdot \mathrm{cov}(TNPV_i, TNPV_j)\right]^{1/2}$$

$$X_i = \begin{cases} 0, & \text{不对第 } i \text{ 个企业贷款,} \\ 1, & \text{对第 } i \text{ 个企业贷款,} \end{cases} \quad i = 1 \sim 10$$

对表 1 的第 11～13 行求协方差矩阵 $\mathrm{cov}(TNPV_i, TNPV_j)$, $i, j = 1 \sim 10$, 如表 2 所示; 再根据式(1) 求解 σ。

4.2.2　组合优化模型的求解

运用 Microsoft Excel 软件, 可方便地求出贷款优化组合

$$(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}) = (1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1)$$

即对企业 I, II, IV, V, VII～X 方案进行贷款。

单位风险收益 $W = 1.594$, 其中 $TNPV = 393.31$ 万元, 综合风险度 $\sigma = 246.73$, 银行贷款总额 $L = 270.20$ 万元。

4.2.3　对比分析

(1) 对比夏普指数法

设各项目无风险收益率如表 3 所示。项目的年平均净利润可近似等于年平均净现金流量减去不减少现金的费用支出 —— 年平均折旧[2], 即

年平均净利润 =

年平均净现金流量 - 年平均折旧　　(6)

年平均收益 $\overline{A}_j$ =

年平均净利润 / (1 - 税率)　　(7)

这里为方便计算, 暂将税率定为一般情况, 即 33%。这样, 根据表 1 的第 1, 3～6 行和式(6), (7), 可求出每项贷款的夏普指数如表 3 所示[1]。

按每项贷款的夏普指数排序组合来进行贷款决策, 应去掉 V 这个夏普指数最小的项目, 即

$$(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}) = (1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1)$$

表 **3** 每项贷款的夏普指数

项目	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ	Ⅸ	Ⅹ
无风险收益率(%)	3.50	3.25	3.37	3.13	3.64	3.25	3.78	3.02	3.37	3.13
平均年现金流	11.00	11.50	12.50	16.33	13.50	9.70	17.50	13.17	9.07	5.63
平均年折旧	7.14	8.00	9.50	11.25	10.00	7.50	10.00	10.00	5.83	4.00
平均净利润	3.86	3.50	3.00	5.08	3.50	2.20	7.50	3.17	3.23	1.63
平均收益 $\overline{A}_j$	5.76	5.22	4.48	7.59	5.22	3.28	11.19	4.73	4.83	2.44
无风险利润 $\overline{A}_f$	1.75	1.30	1.92	1.41	2.91	1.22	3.40	0.91	1.18	0.50
项目标准差 σ_j	1.22	0.82	2.55	1.03	3.08	2.06	2.86	1.43	1.39	0.84
夏普指数 S_j	3.27	4.81	1.00	6.01	0.75	1.00	2.73	2.66	2.62	2.31

表 **4** 对比分析

组合根据	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	L	TNPV	σ	W
按收益风险比排序	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	270.20	393.31	246.73	1.594
按夏普指数排序	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	280.35	417.04	274.47	1.519
按 $\overline{TNPV}_i$ 排序	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	298.9	396.29	279.40	1.418

(2) 对比平均总净现值

根据表 1 中的第 14 行所示, 按每项贷款的 $\overline{TNPV}_i$ 排序组合来进行贷款决策, 应去掉 Ⅵ 和 Ⅹ 两个 $\overline{TNPV}_i$ 最小的项目, 即

$$(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}) = (1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)$$

把表 1 中的信息分别按单笔贷款的夏普指数和项目平均效益 $\overline{TNPV}_i$ 排序组合, 并将其与按单位风险收益排序组合进行对比, 如表 4 所示。

从表 4 可以看出: 对按夏普指数排序和按 $\overline{TNPV}_i$ 排序组合, 两者的 TNPV 虽然均比按单位风险收益排序的大, 但其组合风险 σ 更大, 使得承受单位风险所获的收益不大, 或单位收益所冒风险 $(1/W)$ 更大。综上所述, 只有应用单位风险收益进行排序才能得到兼顾效益与风险的最优组合。

5 结 语

1) 以单位风险收益最大原则为目标函数所建立的优化模型更符合经济学一般原理, 它既能保证贷款方案分析的可比性, 在银行贷款实践中简便易行, 同时也克服了支配原理和夏普指数法的缺点。

2) 贷款剩余资源可接受原则反映了银行贷款操作的实际情况, 以此为约束条件, 可防止决策时出现大量剩余资金, 保证银行的收益。

3) 本模型灵活方便, 无须进行复杂的概率估算。当银行新建项目贷款的可用头寸变化以及最低贷款配给额调整时, 只需改变 L_a 与 L_b 两个常数的数值, 即可方便地进行优化配给决策。

参 考 文 献

1 蒋中权, 林洵子. 财务管理(修订本). 北京: 经济科学出版社, 1994. 106～145

2 周中惠, 张鸣, 徐逸星. 财务管理. 上海: 三联书店, 1995

作 者 简 介

迟国泰 男, 1955 年生。大连理工大学管理学院副教授。主要研究方向为金融风险, 金融数学, 金融工程。

秦学志 男, 1965 年生。大连理工大学应用数学系副教授。主要研究方向为金融风险, 金融数学, 金融工程。

朱战宇 男, 1975 年生。大连理工大学管理学院研究生。主要研究方向为金融风险, 金融数学, 金融工程。