

违约风险下的信贷决策模型与机制^①

庞素琳^{1 2}

- (1. 暨南大学公共管理学院/应急管理学院/金融工程研究所, 广州 510632;
2. 广东省公共网络安全风险评价与预警应急技术研究中心, 广州 510632)

摘要: 研究了违约风险下的信贷决策模型与机制, 通过以银行个体合理性和激励相容性作为约束条件, 建立了在考虑违约风险和项目成功概率条件下的信贷决策模型, 分别给出了基于抵押贷款和信用贷款策略下的信贷决策机制, 探讨了信贷配给机制与无配给机制的设计方法, 给出了在信贷出现配给时银行发放信用贷款和有抵押贷款的条件. 最后运用实例详细分析并讨论了不同违约概率条件下企业项目成功概率对银行期望收益的影响, 得到了银行相应的贷款临界值和在不同项目成功概率条件下银行最大可接受的违约概率.

关键词: 违约概率; 项目成功概率; 信贷决策模型与机制; 激励相容性; 个体合理性

中图分类号: F830 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2012)04-0058-13

0 引言

McKinnon 和 Shaw^[1, 2] 在竞争性信贷市场及其运行机制方面作了开创性的工作, 他们是在完全信息及贷款回报确定性的假设下研究了信贷市场的相关问题. Stiglitz 和 Weiss^[3] 以贷款回报的不确定性及信息不对称作为分析的出发点, 基于对风险刻划的均值保持展形的概念研究了信贷决策问题, 这是国际上首次对这种信息不对称的信贷决策问题进行关注. Bester^[4] 进一步考虑抵押品在二级市场的变现问题, 并把一个贷款企业推广到两个不同的贷款企业, 然后也基于对风险刻划的均值保持展形的概念建立了信贷决策模型. Besanko 和 Thakor^[5] 则在文献^[3, 4] 工作的基础上, 基于对风险刻划的一阶随机优势概念, 考虑在完全竞争与不完全竞争两种不同的信贷市场环境以及在信息完全与不完全两种不同的假设下, 从

企业收益最大化角度建立了银行信贷决策模型, 首次研究了信贷决策机制.

Boot, Thakor 和 Udell^[6] 研究了当贷款人直接通过各种获取信息的技术, 可以克服逆向选择和反向激励带来的信息匮乏. Onorato 和 Altman^[7] 基于市场和信贷风险的简化定价方法建立了综合定价模型, 该模型通过移植风险的方法来对违约风险进行刻划. Antonio Affuso^[8] 研究了不对称信息条件下信贷市场的逆向选择和信贷配给问题. 其研究表明, 在有抵押贷款条件下, 公司的贷款额度将是由所提供的抵押品价值来确定. Blumberg 和 Letterie^[9] 通过同时分析企业创始人申请贷款并被拒绝来研究起步阶段所经历的信贷配给. 他们认为, 贷款被拒绝大部分取决于企业的承诺和贷款偿还的信号以及投资项目成功的机会.

金武、王浣尘和董小洪等^[10-12] 将 Stiglitz-

① 收稿日期: 2011-08-26; 修订日期: 2012-01-10.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70871055; 71173089); 广东省高校高层次人才资助项目; 教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(NCET-08-0615); 广东省科技计划资助项目(2010A032000002; 2010B010600028); 广东省第三期“211工程”重大项目基金资助项目; 广东省高校重点人文社科研究基地重大资助项目(09JDXM63006).

作者简介: 庞素琳(1963—), 女, 广西柳州人, 教授, 博士生导师. Email: pangsuln@163.com

Weiss、Bester、Besanko-Thakor 等学者关于信贷市场信息不对称的概念引入我国信贷市场,他们通过对抵押品价值进行限定,利用 Besanko-Thakor 模型解释了我国信贷市场中逆向选择、道德危害和信贷配给等现象,并运用该模型来研究信贷市场中担保人的经济意义。李延喜^[13]认为,由于贷款风险管理中信息不对称的存在,导致了贷款道德风险的产生,加大了银行贷款风险。他通过设置激励条件,构造出道德风险的防范模型。刘民权和徐晓萍^[14]指出,当信息不完全且非对称,并且项目回报是不确定的情况下,信贷市场的供给和需求可能无法实现平衡,过度需求和信贷配给有可能是市场均衡的结果。

庞素琳、黎荣舟和刘永清^[15-17]首次将银行信贷资金的损失划分为资金损失和资金机会损失,然后从银行信贷资金风险极小化的角度,分别研究了社会上存在一类贷款风险类型和两类不同贷款风险类型的信贷风险决策模型与机制。庄新田和黄小原^[18]在文献 [16] 的基础上,根据委托代理框架下的揭示原理及极大值原理,将信贷合同转化为最优控制问题,建立了贷款利率的定价模型,用来求解信贷双方目标均可得到满足的激励性对策解,并给出仿真案例及对影响贷款利率的因素作了分析。庞素琳和王燕鸣还研究了含违约风险参量的信贷决策模型与机制^[19,20]。

熊熊,郭翠和张维^[21]从我国商业银行贷款定价视角出发,结合信贷配给理论,运用计算实验金融的方法,分别对“一刀切”式利率定价与综合的利率定价模型进行银企贷款仿真实验,比较发现不同的利率定价模型影响中小企业贷款情况机理。田厚平,刘长贤^[22]对企业可抵押资产规模、信贷市场类型与中小企业融资的关系问题进行了研究。在道德风险框架下,考虑到企业可抵押资产规模,针对垄断性和竞争性借贷市场分别构建了相应的抵押贷款模型,并刻画了最优合约的特征。结果表明,银行收益不仅受信息结构的影响,同时还受到企业可抵押资产规模与信贷市场结构的制约。

研究违约风险对银行信贷决策机制的影响,通过以银行个体合理性和银行对企业的激励相容性作为约束条件,研究在考虑违约风险条件下的信贷决策模型与机制,分别给出了基于抵质押贷款和信用贷款策略下的信贷决策机制,探讨了信贷配给机制与无配给机制的设计方法,给出了在信贷出现配给时银行发放信用贷款和有抵质押贷款的条件。

1 激励相容性与个体合理性

假设企业的风险项目投资额为 I ,其拥有的初始财富为 W ($W < I$),则企业为进行风险投资必须向银行借贷 $I - W = B$ 的资金 ($B > 0$)。假设企业对其投资项目的期望收益为 R 。在贷款利率 r 可变动的情况下,银行风险决策机制的信贷合同可描述为一三元组 $\gamma = (r, C, q)$,其中 C 为企业向银行提供的抵押品价值或是银行要求企业提供的抵押品价值 q ($0 \leq q \leq 1$) 为企业获得此项贷款的可能性(即配给量)。当 $q = 0$ 时,表示银行拒绝企业的贷款申请;当 $0 < q < 1$ 时,表示银行对企业的贷款申请实行配给;当 $q = 1$ 时,表示银行对企业的贷款申请无需配给。显然 q 值越大,企业获得贷款的可能性越大;反之 q 值越小,企业获得贷款的可能性也越小。用 ρ 来表示安全投资(如购买国债等)的收益率 k ($0 < k < 1$) 表示抵押品的变现率 p ($0 \leq p \leq 1$) 表示企业项目成功的概率 μ 表示企业的期望收益率 s ($0 \leq s \leq 1$) 表示企业违约概率 z 表示银行的期望收益。

假设企业向银行申请贷款利率为 r_0 、愿意向银行提供的抵押品价值为 C_0 的无配给贷款,则企业申请的信贷合同可描述为 $\gamma_0 = (r_0, C_0, 1)$ 。在信贷合同 γ_0 下,假设企业初始的期望收益为 A_0 。如果银行经对企业的贷款申请材料作详细的调查研究之后决定给企业以配给量 q 发放贷款,那么银行信贷合同可描述为 $\gamma = (r, C, q)$,则此信贷合同满足如下两个性质:

1) 银行个体合理性

$$q [(1 - s)(1 + r)B - (1 + \rho)B] \geq 0 \quad (1)$$

即在考虑企业违约概率 s 存在的条件下, 银行期望收益必须满足非负的条件.

2) 银行对企业的激励相容性

$$q\{p [(1+u)(B+W) - (1+r)B] - (1-p)(1+\rho)C - (1+\rho)W\} \geq A_0 \quad (2)$$

银行对企业的激励相容性意味着, 企业在银行设计的信贷合同 γ 下所产生的期望收益不小于企业在其设计的信贷合同 γ_0 下所产生的期望收益.

2 项目成功概率对银行期望收益的影响

文献[14]的目标函数假定若企业申请的贷款额度为 B , 愿意提供的抵押品价值为 C , 则银行在对企业的贷款项目进行审查后决定以配给量 q 发放贷款时, 企业实际申请得到的贷款额度为 qB , 但银行要求企业提供的抵押品价值不变, 仍要求企业提供的抵押品价值为 C . 但考虑这样一种情形, 若银行以配给量 q 贷款给企业, 则企业实际申请得到的贷款额度为 qB , 银行要求企业提供的抵押品价值为 qC .

1) 若不考虑违约风险, 则银行期望收益可表示为

$$Z = q [(1+r)B - kC]p - q [(1+\rho)B - kC] \quad (3)$$

一般情况下都有 $(1+r)B > kC$, 因为如果 $(1+r)B \leq kC$, 银行从抵押品价值就可以补偿其贷款本息了, 就不需要对贷款项目做任何审查了, 但这是不符合现实的. 于是由式(3)有 $\frac{\partial Z}{\partial p} = q [(1+r)B - kC] > 0$, 因此在不考虑违约风险条件下, 企业项目成功概率 p 越大, 银行期望收益 Z 也越大. 当

$$p = \frac{(1+\rho)B - kC}{(1+r)B - kC} \equiv p' \quad (4)$$

时, 由式(3)有 $Z = 0$, 这说明 p' 对银行来说是一个在不考虑违约风险条件下决定给企业发放贷款

与否先决条件, 所以 p' 可以看成是在不考虑违约概率条件下银行贷款的临界值. 当企业项目成功的概率 $p \geq p'$ 时, 有 $Z \geq 0$; 当企业项目成功的概率 $p < p'$ 时, 有 $Z < 0$. 因此在不考虑违约风险条件下, 银行将倾向于向那些项目成功概率在 p' 以上的企业贷款, 而项目成功概率在 p' 以下的企业将拒绝其贷款.

2) 若考虑违约概率 s 对银行期望收益的影响, 于是在考虑违约概率 $s(0 \leq s \leq 1)$ 的影响下, 银行期望收益可表示为

$$Z = q [p(1-s)(1+r)B + (1-p)skC - (1+\rho)B] \quad (5)$$

其中 $q(1+\rho)B$ 表示银行信贷资金用于同业存款也可以生息, 因此是银行的机会成本. 则由式(5)知, 当

$$p = \frac{(1-s)(1+\rho)B - skC}{(1+r)B - skC} \equiv p'' \quad (6)$$

时, 由式(5)有 $Z = 0$, 这说明 p'' 对银行来说是在考虑违约风险条件下决定给企业贷款与否的临界值. 所以 p'' 可以看成是在考虑违约概率条件下银行贷款的临界值. 当企业项目成功的概率 $p \geq p''$ 时, 有 $Z \geq 0$; 当企业项目成功的概率 $p < p''$ 时, 有 $Z < 0$. 因此在考虑违约风险条件下, 银行将倾向于向那些项目成功概率在 p'' 以上的企业贷款, 而项目成功概率在 p'' 以下的企业将拒绝其贷款.

3 考虑违约风险的信贷决策模型与机制

3.1 基于抵押贷款策略下的信贷决策机制

抵押贷款的重要特征是借款方(或企业)在申请贷款时必须向银行提供一定数量的抵押品. 不完全信息下, 银行在信贷合同设计之前往往先考虑企业的还款能力(即企业的偿债能力)及企业还款付息的可能性(即企业还款的概率有多大). 换句话说, 就是考虑企业违约的概率 s 有多大? 因此, 银行在信贷合同的设计过程中, 除了对企业采取有效的激励手段之外, 还要求企业提

供一定数据的抵押品,以提高信贷风险的防范能力.

定理 1 令

$$a = \frac{s^{-1}k^{-1}(1-p)(1+\rho) + (1-s)^{-1} - (1+u)(1+\rho)^{-1}}{1+\rho-sk}$$

$$b = \frac{(1+u)(1+\rho)^{-1} - 1}{1+\rho-sk}$$

$$r^* = \frac{1+\rho}{1-s} - 1$$

$$C^* = \frac{[(1-s)(1+u) - p(1+\rho)]B - (1-s)(u-\rho)W}{(1-s)(1-p)(1+\rho)}$$

$$q^* = \frac{(1-s)R}{[s^{-1}k^{-1}(1-p)(1-s)(1+\rho)^2B - (1-s)(1+u) + p(1+\rho)]B - (1-s)(u-\rho)W} < 1$$

ii) 当企业初始的期望收益 $A_0 \neq 0$ 且其初始

$$\widehat{W} =$$

$$A_0 + \frac{[p(1+\rho)(1-s)^{-1} + a(1+\rho)^2 - 1 - u]B}{1+u+(1+\rho)[(1+\rho)b-1]}$$

$$\widehat{W} = \frac{A_0 + [p(1-s)^{-1}(1+\rho) - 1 - u]B}{u-\rho}$$

若银行发放有抵质押贷款(即 $C \neq 0$) 那么

i) 当企业初始的期望收益 $A_0 = 0$ 时,银行存在如下最优配给信贷决策机制(机制 I)

财富 $W > \widehat{W}$ 时,银行存在如下最优配给信贷决策

$$r^* = \frac{1+\rho}{1-s} - 1$$

$$C^* = \frac{a(1+\rho-sk)B + [1 - (1+u)(1+\rho)^{-1}]W}{(1-p)[1-sk(1+\rho)^{-1}]}$$

$$q^* = \frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W + (1+\rho)^2(bW-aB)} < 1$$

证明 建立如下信贷决策模型(模型 I)

$$\max Z = q[p(1-s)(1+r)B + (1-p)skC - (1+\rho)B]$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} q[(1-s)(1+r)B - (1+\rho)B] \geq 0 \\ q[(1+u)(B+W) - p(1+r)B - (1-p)(1+\rho)C - (1+\rho)W] \geq A_0 \\ 0 \leq q \leq 1 \end{cases} \quad (7)$$

其 Lagrange 函数为

$$L = q[p(1-s)(1+r)B + (1-p)skC - (1+\rho)B] + \alpha q[(1-s)(1+r)B - (1+\rho)B] + \beta\{q[(1+u)(B+W) - p(1+r)B - (1-p)(1+\rho)C - (1+\rho)W] - A_0\} \quad (8)$$

其中 α, β 为 Lagrange 乘子. 因为 $q = 0$ 表示银行拒绝企业的贷款申请,所以下面只须讨论 $0 < q \leq 1$ 的情形. 于是在 $0 < q \leq 1$ 条件下的 K-T 条件为

$$p(1-s) + \alpha(1-s) - p\beta = 0 \quad (9)$$

$$sk - \beta(1+\rho) = 0 \quad (10)$$

$$p(1-s)(1+r)B + (1-p)skC - (1+\rho)B + \frac{\beta R}{q} = 0 \quad (11)$$

$$(1-s)(1+r) - 1 - \rho = 0 \quad (12)$$

$$(1+u)(B+W) - p(1+r)B - (1-p)(1+\rho)C - (1+\rho)W = \frac{A_0}{q} \quad (13)$$

i). 由式(12)得

$$r^* = \frac{1+\rho}{1-s} - 1 \quad (14)$$

若 $A_0 = 0$,则由式(13)得

$$C^* = \frac{[(1-s)(1+u) - p(1+\rho)]B - (1-s)(u-\rho)W}{(1-s)(1-p)(1+\rho)} \quad (15)$$

又由式(9)得

$$\beta^* = \frac{sk}{1+\rho} \quad (16)$$

将 β^*, C^*, r^* 代入式(11)得

$$q^* = \frac{(1-s)R}{[s^{-1}k^{-1}(1-p)(1-s)(1+\rho)^2B - (1-s)(1+u) + p(1+\rho)]B - (1-s)(u-\rho)W} \quad (17)$$

ii) 若 $A_0 \neq 0$ 则将 β^* , r^* 及式(13) 代入式(11) 可得

$$C^* = \frac{a(1+\rho-sk)B + [1 - (1+u)(1+\rho)^{-1}]W}{(1-p)[1-sk(1+\rho)^{-1}]} \quad (18)$$

将 r^* , C^* 代入式(13) 得

$$\begin{aligned} & - \frac{(1+\rho)\{a(1+\rho-sk)B + [1 - (1+u)(1+\rho)^{-1}]W\}}{1-sk(1+\rho)^{-1}} + \\ & (1+u)(B+W) - \frac{1-\rho}{1-s} \cdot pB - (1+\rho)W = \frac{A_0}{q} \end{aligned} \quad (19)$$

所以

$$q^* = \frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W + (1+\rho)^2(bW-aB)} \quad (20)$$

因为 $W > \tilde{W}$ 且 $1+u+(1+\rho)[(1+\rho)b-1] = \frac{(u-\rho)[2(1+\rho)-sk]}{1+\rho-sk} > 0$ 所以

$$\frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W + (1+\rho)^2(bW-aB)} < 1 \quad (21)$$

即 $q^* < 1$.

证毕.

定理 2 若 a, b, \tilde{W} 如定理 1 中定义, 那么当

$$r^* = \frac{1+\rho}{1-s} - 1 \quad (25)$$

企业的初始财富 $W = \tilde{W}$ 时 $q^* = 1$, 即银行对企业实行无配给贷款, 其最优无配给信贷决策机制为 (机制 III)

于是由式(10) 可得

$$C^* = \frac{[1+u-p(1+\rho)(1-s)^{-1}]B + (u-\rho)W - A_0}{(1-p)(1+\rho)} \quad (26)$$

$$\begin{cases} r^* = \frac{1+\rho}{1-s} - 1 \\ C^* = \frac{[1+u-p(1+\rho)(1-s)^{-1}]B + (u-\rho)W - A_0}{(1-p)(1+\rho)} \\ q^* = 1 \end{cases}$$

证毕.

证明 考虑定理 1 中的非线性规划模型(模型 I), 当 $W = \tilde{W}$ 时, 有

定理 3 若 a, b, \tilde{W} 仍如定理 1 中定义, 那么当

企业的初始财富 $W < \tilde{W}$ 时 $q^* > 1$, 信贷决策模型 I 无可行解.

证明 当 $W < \tilde{W}$ 时, 有

$$W = \frac{A_0 + [p(1+\rho)(1-s)^{-1} + a(1+\rho)^2 - 1 - u]B}{1+u+(1+\rho)[(1+\rho)b-1]} \quad (22)$$

证明 当 $W < \tilde{W}$ 时, 有

$$W < \frac{A_0 + [p(1+\rho)(1-s)^{-1} + a(1+\rho)^2 - 1 - u]B}{1+u+(1+\rho)[(1+\rho)b-1]} \quad (27)$$

即

由定理 1 的证明知

$$\begin{aligned} & \{1+u+(1+\rho)[(1+\rho)b-1]\}W = \\ & R + [p(1+\rho)(1-s)^{-1} + \\ & a(1+\rho)^2 - 1 - u]B \end{aligned} \quad (23)$$

$$1+u+(1+\rho)[(1+\rho)b-1] > 0 \quad (28)$$

将式(23) 代入定理 1 中 q^* 的表达式, 则有

从而有

$$q^* = 1 \quad (24)$$

$$\begin{aligned} & \{1+u+(1+\rho)[(1+\rho)b-1]\}W < A_0 + \\ & [p(1+\rho)(1-s)^{-1} + a(1+\rho)^2 - 1 - u]B \end{aligned} \quad (29)$$

再由式(9) 得

亦即

$$\frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W + (1+\rho)^2(bW-aB)} > 1 \quad (30)$$

所以 $q^* > 1$ 与 q 的定义矛盾. 证毕.

当信贷决策模型 I 无可行解时, 这说明所建立信贷决策模型对所考虑的情形失效. 此时, 银行要么拒绝企业的贷款申请; 要么对贷款项目重新审查, 另建风险鉴别机制, 以便作出更为正确的判断和决策.

3.2 基于信用贷款策略下的信贷决策机制

在信息不完全的信贷市场中, 一般来说, 银行会从贷款资金的安全性出发, 要求借款企业提供一定数量的抵押品. 一方面, 抵押品可以作为激励企业将信贷资金投资于安全性较高的低风险项目; 另一方面, 银行的抵押贷款在一定程度上能够减少企业的道德危害, 降低道德风险. 但从借款方来看, 企业往往更倾向于其资本结构具有较强的资产支持, 具有更稳定的现金流量和更确定的投资机会, 所以, 一般都愿意得到没有抵押品要求的贷款, 即信用贷款.

以下考虑的问题是, 对于申请无抵押质贷款的企业(即信用贷款, $C = 0$), 如果该企业的信用记录良好, 银行同意对该企业发放信用贷款, 则有如下结论:

定理 4 若银行给企业发放信用贷款, 即 $C = 0$, 则银行存在如下最优信贷决策机制(机制 IV)

$$q^* = \left\{ A_0 / \left[(1+u) \left[B + \frac{A_0 + [p(1-s)^{-1}(1+\rho) - 1 - u]B}{u - \rho} \right] - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho) \frac{A_0 + [p(1-s)^{-1}(1+\rho) - 1 - u]B}{u - \rho} \right] \right\} = 1 \quad (34)$$

(b) 当 $W > \hat{W}$ 时, 有

$$W > \frac{A_0 + [p(1-s)^{-1}(1+\rho) - 1 - u]B}{u - \rho} \quad (35)$$

所以

$$(u - \rho)W > A_0 + [p(1-s)^{-1}(1+\rho) - 1 - u]B \quad (36)$$

将式(36)代入式(32)易知 $q^* < 1$.

(c) 同理可证.

证毕.

$$\begin{cases} r^* = \frac{1+\rho}{1-s} - 1 \\ C^* = 0 \\ q^* = \frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W} \end{cases}$$

并且若令

$$\hat{W} = \frac{A_0 + [p(1-s)^{-1}(1+\rho) - 1 - u]B}{u - \rho}$$

则有如下结论成立:

(a) 当 $W = \hat{W}$ 时 $q^* = 1$ 表示银行对企业的贷款申请无需配给.

(b) 当 $W > \hat{W}$ 时 $q^* < 1$ 表示银行对企业的贷款申请实行配给.

(c) 当 $W < \hat{W}$ 时 $q^* > 1$ 表示信贷决策模型 I 无可行解.

证明 在决策模型 I 中考虑 $C^* = 0$ 的情形. 此时, 由式(9)得

$$r^* = \frac{1+\rho}{1-s} - 1 \quad (31)$$

将 $C^* = 0$ 及 r^* 代入式(10)得

$$q^* = \frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W} \quad (32)$$

(a) 当 $W = \hat{W}$ 时有

$$W = \frac{A_0 + [p(1-s)^{-1}(1+\rho) - 1 - u]B}{u - \rho} \quad (33)$$

将 W 的值代入式(32)得

定理 5 若 $a/b, \hat{W}$ 如定理 1 中定义, \hat{W} 如定理 4 中定义, 那么当企业的初始财富 $W > \max\{aB/b, \hat{W}\}$ 时, 则信贷出现配给, 并且银行更倾向于向信用良好的企业发放信用贷款.

证明 因为 $W > \max\{aB/b, \hat{W}\}$, 所以一方面有 $W > \hat{W}$, 于是由定理 4 中的 (b) 知, 信贷出现配给, 并且银行以如下配给量给企业发放信

用贷款,记此配给量为 q_{good}^* 则有

$$q_{good}^* = \frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W} \quad (37)$$

$$q_{normal}^* = \frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W + (1+\rho)^2(bW - aB)} \quad (38)$$

又因为 $W > \frac{aB}{b}$, 所以

$$\begin{aligned} q_{good}^* - q_{normal}^* &= \frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W} - \\ &\quad \frac{A_0}{(1+u)(B+W) - p(1+\rho)(1-s)^{-1}B - (1+\rho)W + (1+\rho)^2(bW - aB)} \\ &= \frac{(1+\rho)^2(bW - aB)q_{good}^*q_{normal}^*}{A_0} > 0 \end{aligned} \quad (39)$$

即 $q_{good}^* - q_{normal}^* > 0$.

定理 5 表明,当银行实行信贷配给时,若企业的初始财富 W 很雄厚,银行为能实现利润最大化,更倾向于给信用良好的企业发放信用贷款.这是因为,给信用记录良好的企业发放信用贷款,银行尽管没有抵押品作为抵御风险的最后一道防线,但是由于信用记录良好的企业一般都能如期如数归还银行贷款本息,所以给这样的企业发放信用贷款,以鼓励社会上信用良好的企业多贷款,减少信贷风险,实现利润最大化.

由定理 5 立即得到如下推论 1:

推论 1 若 $a < b, \hat{W}$ 如定理 1 中定义, \hat{W} 如定理 4 中定义, 那么当 $\max\{\hat{W}, W\} < \frac{aB}{b}$, 并且 $\max\{\hat{W}, W\} < W < \frac{aB}{b}$, 则信贷出现配给, 并且银行更倾向于给企业发放有抵质押的贷款.

推论 1 意指 $q_{good}^* - q_{normal}^* < 0$, 这说明当企业的初始财富 W 比较薄弱时, 银行将更倾向于给企业发放有抵质押的贷款. 这是因为, 当企业的初始财富比较薄弱时, 企业承担的偿债能力也比较弱, 此时, 银行为规避信贷风险, 将对企业

另一方面, 因为 $W > \hat{W}$, 于是由定理 1 知, 信贷出现配给, 并且银行以如下配给量给企业发放有抵质押贷款, 记此配给量为 q_{normal}^* , 则有

发放有抵质押的贷款, 以激励企业将信贷资金投资于安全性较高的低风险项目, 降低道德风险, 保证信贷资金的安全运作, 实现利润最大化.

4 实例分析

假设企业向银行申请的贷款额为 $B = 2000$ 万元(考虑 1 年期的贷款), 银行经贷款审查后决定给企业以配给量为 $q = 60\%$ 的贷款额, 利率为 $r = 7\%$, 抵押品价值为 600 万元(评估后), 假定银行 1 年期的定期存款利率为 $\rho = 2.5\%$. 分别考虑以下几种情形:

- 1) 1 年后抵押品在二级市场的变现率分别为 $k = 60\%$ 和 $k = 70\%$;
- 2) 违约风险分别考虑:
 - ① 不考虑违约风险情形;
 - ② 考虑违约概率 s 分别为: 0.01、0.02、0.03、0.04、0.05;
- 3) 企业项目成功概率 p 分别为: 1、0.99、0.98、0.97、0.96、0.95、0.94.

于是, 银行贷款资金的盈亏情况如表 1 和表 2 所示.

表 1 不同的违约概率条件下企业项目成功概率对银行期望收益的影响($k = 60%$)
Table 1 The successful probability of the corporation's project affects on the expected return of the bank under the different conditions of the faulting probability ($k = 60%$)

项目成功概率 p	银行期望收益	不考虑违约风险	考虑违约风险				
			违约概率 $s = 0.01$	违约概率 $s = 0.02$	违约概率 $s = 0.03$	违约概率 $s = 0.04$	违约概率 $s = 0.05$
1		54	41.16	28.32	15.48	2.64	-10.2
0.99		41.16	28.47	15.78	3.09	-9.6	-22.29
0.98		28.32	15.78	3.24	-9.3	-21.84	-34.38
0.97		15.48	3.09	-9.3	-21.69	-34.08	-46.47
0.96		2.64	-9.6	-21.84	-34.08	-46.32	-58.56
0.95		-10.2	-22.29	-34.38	-46.47	-58.56	-70.65
0.94		-23.04	-34.98	-46.92	-58.86	-70.8	-82.74

表 2 不同的违约概率条件下企业项目成功概率对银行期望收益的影响($k = 70%$)
Table 2 The successful probability of the corporation's project affects on the expected return of the bank under the different conditions of the faulting probability ($k = 70%$)

项目成功概率 p	银行期望收益	不考虑违约风险	考虑违约风险				
			违约概率 $s = 0.01$	违约概率 $s = 0.02$	违约概率 $s = 0.03$	违约概率 $s = 0.04$	违约概率 $s = 0.05$
1		63	48.02	33.04	18.06	3.08	-11.9
0.99		48.02	33.215	18.41	3.605	-11.2	-26.005
0.98		33.04	18.41	3.78	-10.85	-25.48	-40.11
0.97		18.06	3.605	-10.85	-25.305	-39.76	-54.215
0.96		3.08	-11.2	-25.48	-39.76	-54.04	-68.32
0.95		-11.9	-26.005	-40.11	-54.215	-68.32	-82.425
0.94		-23.04	-40.81	-54.74	-68.67	-82.6	-96.53

由表 1 和表 2, 得到以下结论:

- 1) 随着抵押品在二级市场变现率 k 的提高, 银行期望收益 Z 随之提高, 如图 1 和图 2 所示;
- 2) 随着企业项目成功概率 p 的不断下降, 银行期望收益 Z 也随之不断下降, 并且企业项目成功概率 p 每下降 1 个百分点, 在抵押品变现率为 $k = 60%$ 时银行期望收益 Z 相应下降 12.84 万元, 如图 3 所示; 在抵押品变现率为 $k = 70%$ 时银行期望收益 Z 相应下降 14.98 万元, 如图 4 所示;
- 3) 随着企业违约概率 s 不断上升, 银行期望收益 Z 随之不断下降, 而且违约概率 s 每上升 0.01 个百分点, 在抵押品变现率为 $k = 60%$ 时银行期望收益 Z 相应下降 12.84 万元, 如图 1 所示; 在抵押品变现率为 $K = 70%$ 时银行期望收益 Z 相应下降 14.98 万元, 如图 2 所示;

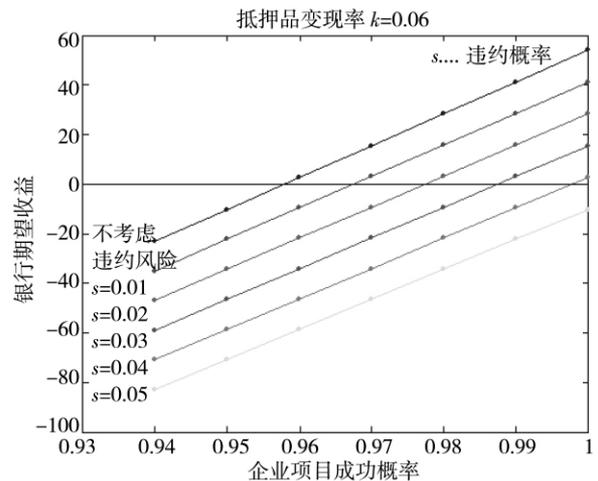


图 1 不同违约概率下的银行期望收益($k = 60%$)
Fig. 1 The expected return of the bank under the different faulting probability ($k = 60%$)

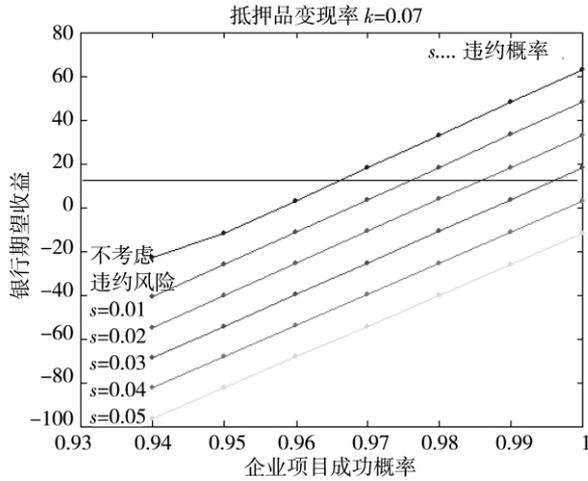


图2 不同违约概率下的银行期望收益 ($k = 70\%$)
Fig. 2 The expected return of the bank under the different faulting probability ($k = 70\%$)

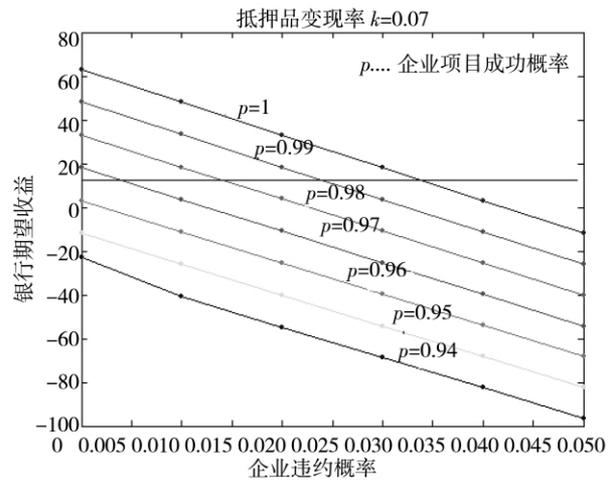


图4 不同项目成功概率下的银行期望收益 ($k = 70\%$)
Fig. 4 The expected return of the bank under the different successful probability ($k = 70\%$)

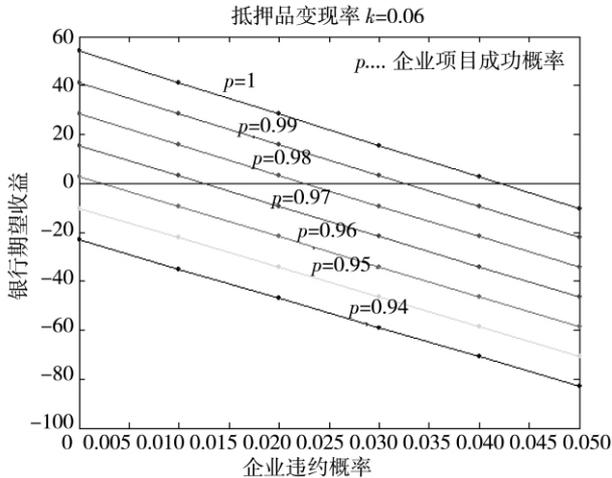


图3 不同项目成功概率下的银行期望收益 ($k = 60\%$)
Fig. 3 The expected return of the bank under the different successful probability ($k = 60\%$)

如前所述,采用企业项目成功的概率来衡量银行贷款的临界值.于是在不同的违约概率下,银行贷款相应的临界值如表3所示.

由表3知,对企业不同的违约概率,银行贷款的临界值是不同的.当不考虑违约风险时,在抵押品变现率 $k = 60\%$ 时银行设定的贷款临界值为 $p = 0.957 224$,在抵押品变现率 $k = 70\%$ 时银行设定的贷款临界值为 $p = 0.957 102$,这两个临界值近乎相等.同样地,当考虑违约风险对银行期望收益的影响时,在违约概率 $s = 0.01$ 时,抵押品变现率为 $k = 60\%$ 时银行设定的贷款临界值为 $p = 0.948 356$,抵押品变现率为 $k = 70\%$ 时银行设定的贷款临界值为 $p = 0.948 354$,这两个临界值也近乎相等.其实经观察表3发现,对相同的违约概

表3 不同违约概率下的银行贷款临界值(其中 p 为项目成功概率)
Table 3 The critical value of the bank loan under the different faulting probability
(p is the successful probability of the project)

违约风险		银行贷款的临界值 ($k = 60\%$)	银行贷款的临界值 ($k = 70\%$)
不考虑违约风险		$p = 0.957 224$	$p = 0.957 102$
违约概率 s	$s = 0.01$	$p = 0.948 356$	$p = 0.948 354$
	$s = 0.02$	$p = 0.938 933$	$p = 0.938 957$
	$s = 0.03$	$p = 0.929 506$	$p = 0.929 557$
	$s = 0.04$	$p = 0.920 077$	$p = 0.920 152$
	$s = 0.05$	$p = 0.910 644$	$p = 0.910 744$

率, 银行贷款临界值在抵押品变现率为 $k = 60%$ 和 $k = 70%$ 时都近乎相等, 这说明当银行以企业项目成功概率作为贷款临界值时, 银行只考虑企业的违约风险, 根据可接受的不同违约风险来设定贷款临界值, 而与抵押品在二级市场的变现率几乎无关, 这是非常符合实际贷款业务的。

此外, 由表 3 还得知, 随着企业违约概率的不断提高, 银行贷款的临界值不断下降, 这说明银行对企业的违约风险接受能力越强, 其允许企业项目成功概率的范围也越大(即允许企业项目成功的概率值更低一些)。但由于在建立信贷决策模

型 I 时, 是以银行个体合理性作为约束条件, 而该约束条件实际上意味着只有在银行的期望收益非负时, 银行才会考虑向企业发放贷款, 因此模型 I 隐含了银行不可能任意接受企业的违约风险, 而是对企业的违约概率有相应的要求, 由式(3)知, 对企业项目最大成功概率 p^* , 银行最大可接受的违约概率为

$$s^* = \frac{p^*(1+r)B - (1+\rho)B}{p^*(1+r)B - (1-p^*)kC} \quad (40)$$

表 4 给出了在不同的项目成功概率条件下银行最大可接受的违约概率。

表 4 不同项目成功概率条件下银行最大可接受的违约概率

Table 4 The maximal acceptable faulting probability of the bank under the different conditions of the successful probability of the project

项目成功概率 p	银行最大可接受的违约概率 s ($k = 60%$)	银行最大可接受的违约概率 s ($k = 70%$)
1	0.042 056 075	0.042 056 075
0.99	0.032 385 377	0.032 386 294
0.98	0.022 513 928	0.022 515 217
0.97	0.012 435 413	0.012 436 492
0.96	0.002 143 247	0.002 143 497
0.95	-0.008 369 437(无效)	-0.008 370 673(无效)

由表 4 知, 银行最低可接受企业项目的成功概率为 $p = 0.96$, 即凡是项目成功概率在 $p = 0.96$ 以上的企业可考虑贷款, 而项目成功概率在 $p = 0.96$ 以下的企业均不考虑贷款。

其次, 对企业不同的项目成功概率, 银行最大可接受的违约概率不同, 对项目成功概率为 $p = 1$, 银行最大可接受其违约概率约为 $s \approx 0.042$; 对项目成功概率为 $p = 0.99$, 银行最大可接受其违约概率约为 $s \approx 0.032$; 对项目成功概率为 $p = 0.98$, 银行最大可接受其违约概率约为 $s \approx 0.022$; 对项目成功概率为 $p = 0.97$, 银行最大可接受其违约概率约为 $s \approx 0.012$; 对项目成功概率为 $p = 0.96$, 银行最大可接受其违约概率约为 $s \approx 0.002$ 。即企业项目成功概率每下降 1 个百分点, 银行最大可接受的违约概率相应下降 0.01 个百分点, 如图 5 所示。

第三, 在不同的项目成功概率 p 条件下, 抵押

品变现率 $k = 60%$ 还是 $k = 70%$ 对银行最大可接受的违约概率影响不大, 因为两者的违约概率值几乎都相等, 这说明银行最大可接受的违约概率几乎与抵押品变现率无关。

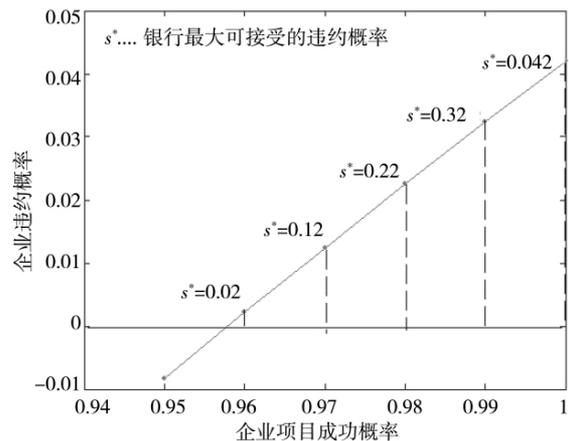


图 5 不同的项目成功概率下的银行最大可接受违约概率

Fig. 5 The maximal acceptable faulting probability of the bank under the different conditions of the successful probability of the project

5 结束语

本文通过以银行个体合理性和激励相容性作为约束条件,建立了在考虑违约风险和企业项目成功概率条件下的信贷决策模型,分别给出了基于抵押贷款和信用贷款策略下的信贷决策机制,并具体给出了四个信贷决策机制.最后运用实例在不同前提条件下探讨了银行的期望收益、贷款临界值以及最大可接受的违约概率.具体得到以下五个结论:

(1) 当企业的初始财富刚好达到银行所要求的某个限度时,在抵押贷款及信用贷款策略下信贷决策机制都无需配给.

(2) 当企业的初始财富超过了银行所要求的限度时,为防止企业谎报项目的风险信息,降低信贷风险,此时,不管企业是申请有抵押的贷款还是申请信用贷款,信贷决策机制将出现配给,以满足激励相容性.

(3) 当信贷出现配给时,如果企业的初始财

富很雄厚,银行则更倾向于向信用良好的企业发放信用贷款.如果企业的初始财富比较薄弱,银行则更倾向于向企业发放有抵押的贷款,以保证信贷资金的安全运作.

(4) 当企业的初始财富达不到银行所要求的限度时,表明企业的经营规模较小,承担的偿债能力比较弱,因此谎报风险信息的可能性较大.为规避信贷风险,揭示企业隐藏的私有信息,保证信贷资金的安全运作,此时必须另建风险鉴别机制以作出更为正确的判断.

(5) 实例分析表明:① 随着抵押品在二级市场变现率的提高,银行期望收益相应提高;② 随着企业项目成功概率的不断下降,银行期望收益也随之不断下降;③ 随着企业违约概率不断上升,银行期望收益将随之不断下降,银行贷款的临界值也在不断下降;④ 对不同的项目成功概率,银行最大可接受的违约概率也不同.为规避信贷风险,银行对企业限定了最低可接受的项目成功概率,以保证信贷资金的安全性.

参 考 文 献:

- [1] McKinnon R. Money and Capital in Economic Development [M]. Washington D C: Brookings Institution, 1973.
- [2] Shaw E. Financial Deepening in Economic Development [M]. New York: Oxford University Press, 1973.
- [3] Stiglitz J, Weiss A. Credit rationing in markets with imperfect information [J]. American Economics Review, 1981, 71(3): 393 - 410.
- [4] Bester H. Screening vs. Rationing in credit markets with imperfect information [J]. American Economics Review, 1985, 75(4): 850 - 855.
- [5] Besanko D, Thakor A V. Collateral and rationing: Sorting equilibria in monopolistic and competitive credit markets [J]. International Journal of Economic Review, 1987, 28(3): 671 - 689.
- [6] Boot A, Thakor A, Udell G. Secured lending and default risk: Equilibrium analysis and monetary policy implications [R]. Working Paper, New York: New York University, 1988.
- [7] Onorato M, Altman E. An integrated pricing model for defaultable loans and bonds [J]. European Journal of Operational Research, 2005, 163: 65 - 82.
- [8] Affuso A. Credit rationing and asset value. Department of Business, Economics, Statistics and Informatics [EB/OL], <http://ideas.repec.org/p/par/dipeco/2006-ep04.html> 2006.
- [9] Blumberg B, Letterie W. Business starters and credit rationing [J]. Small Business Economics, 2008, 30(2): 187 - 200.
- [10] 金 武, 王浣尘, 董小洪. 银行的信贷决策机制(一)——信贷市场为不完全竞争情形 [J]. 系统工程学报, 1996, 11(2): 52 - 58.
- Jin Wu, Wang Huanchen, Dong Xiaohong. On banks' credit decision mechanism (I): The case of credit market with

- imperfect competition [J]. *Journal of Systems Engineering*, 1996, 11 (2): 52–58. (in Chinese)
- [11] 金武, 王浣尘, 董小洪. 银行的信贷决策机制(二)——信贷市场为完全竞争情形 [J]. *系统工程学报*, 1996, 11 (2): 59–65.
Jin Wu, Wang Huanchen, Dong Xiaohong. On banks' credit decision mechanism (II): The case of credit market with perfect competition [J]. *Journal of Systems Engineering*, 1996, 11 (2): 59–65. (in Chinese)
- [12] 董小洪, 王浣尘, 金武. 信贷决策机制中的担保人的经济意义分析 [J]. *系统工程学报*, 1997, 12 (2): 79–85.
Dong Xiaohong, Wang Huanchen, Jin Wu. Economic analysis for a co signer in credit decision mechanism [J]. *Journal of Systems Engineering*, 1997, 12 (2): 79–85. (in Chinese)
- [13] 李延喜. 银行贷款风险管理中防范道德风险的激励模型 [J]. *管理科学学报*, 1999, 2: 62–65.
Li Yanxi. The stimulation model on guarding moral risk for bank credit risk management [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 1999, 2: 62–65 (in Chinese)
- [14] 刘民权, 徐晓萍. 缺乏和包含不对称信息假设的信贷市场模型 [J]. *金融研究*, 2000, 7: 27–38.
Liu Minquan, Xu Xiaoping. Credit market model with the assumption of the asymmetric information model [J]. *Journal of Finance*, 2000, 7: 27–38. (in Chinese)
- [15] 庞素琳, 黎荣舟, 刘永清, 等. 不完全信息下银行风险信贷的决策机制 [J]. *华南理工大学学报*, 1999, 27 (8): 20–25.
Pang Sulin, Li Rongzhou, Liu Yongqing, et al. The decision mechanism of credit risk for banks with imperfect information [J]. *Journal of South China University of Technology*, 1999, 27 (8): 20–25. (in Chinese)
- [16] 庞素琳, 黎荣舟, 刘永清, 等. 基于信息不对称的银行信贷风险决策机制及分析(1): 信贷风险决策模型 [J]. *系统工程理论与实践*, 2001, 21 (4): 80–83.
Pang Sulin, Li Rongzhou, Liu Yongqing, et al. The credit risky decision mechanism and analysis for banks based on information asymmetry (I): Credit risky decision model [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2001, 21 (4): 80–83. (in Chinese)
- [17] 庞素琳, 刘永清, 徐建闽, 等. 基于信息不对称的银行信贷风险决策机制及分析(2): 信贷风险决策机制 [J]. *系统工程理论与实践*, 2001, 21 (5): 82–87.
Pang Sulin, Liu Yongqing, Xu Jianmin, et al. Credit risky decision mechanism and analysis for a bank based on information asymmetry (II): Credit risky decision mechanism [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2001, 21 (5): 82–87. (in Chinese)
- [18] 庄新田, 黄小原. 基于信息不对称的银行贷款定价策略分析 [J]. *系统工程*, 2002, 20 (3): 20–23.
Zhuang Xintian, Huang Xiaoyuan. Loan fixed price strategy analysis for banks based on information asymmetry [J]. *Systems Engineering*, 2002, 20 (3): 20–23. (in Chinese)
- [19] 庞素琳. 存在拖欠还款概率影响的信贷风险决策机制 [J]. *系统工程理论与实践*, 2007, 27 (10): 31–39.
Pang Sulin. Credit risk decision model under the effects of the default probability [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2007, 27 (10): 31–39. (in Chinese)
- [20] Pang Sulin, Wang Yanming. Credit decision model and mechanism with default risk parameter [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2008, 28 (8): 81–88.
- [21] 熊熊, 郭翠, 张维, 等. 中小企业贷款利率定价的计算实验方法 [J]. *系统工程理论与实践*, 2009, 29 (12): 9–14.
Xiong Xiong, Guo Cui, Zhang Wei, et al. Loan rate pricing of SME financing based on agent-based computational finance approach [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2009, 29 (12): 9–14. (in Chinese)
- [22] 田厚平, 刘长贤. 企业资产规模、信贷市场结构与中小企业融资 [J]. *管理科学学报*, 2010, 5: 51–61.
Tian Houping, Liu Changxian. Firm asset size credit market structure and SME financing [J]. *Journal of Management Sci-*

ences in China ,2010 ,5: 51 –61. (in Chinese)

Credit decision model and mechanisms under default risk

PANG Su-lin^{1 2}

1. School of Public Administration / Emergency of Management / Institute of Finance Engineering , Jinan University , Guangzhou 510632 , China;
2. Guangdong Emergency Technology Research Center of Risk Evaluation and Prewarning on Public Network Security , Guangzhou 510632 , China

Abstract: This article studies credit decision model and mechanisms under default risk. By taking individual rationality of a bank and incentive compatibility as constraint conditions , we propose a credit decision model with consideration of both default risk and success probability of a project. We give the credit decision mechanisms based on the strategies of the loan on mortgage and the credit loan respectively. We discuss the design methods of the mechanisms with both credit rationing and non-rationing. We get the conditions when the bank will make a credit loan or a loan on mortgage when there is credit rationing. At last , we use an example to analyse and discuss what effects the success probability of the project will have on the expectation return of the bank. We give the critical loan values of the bank and the maximum acceptable default probability for the bank with different success probabilities of the project.

Key words: default probability; successful probability of project; credit decision model and mechanism; incentive compatibility; individual rationality