

文章编号:1007-6735(2017)04-0376-05

DOI:10.13255/j.cnki.jusst.2017.04.012

基于多项任务多阶段委托-代理模型的 银行信贷风险管理研究

雷 煊, 严广乐

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 从商业银行和信贷员之间的委托-代理关系的角度分析了商业银行的信贷风险管理问题. 研究了商业银行和信贷员之间委托-代理关系的特殊性, 建立了多项任务多阶段委托-代理模型. 结果表明, 多项任务多阶段委托-代理模型能够激励信贷员花在收集“显式”信息和“隐式”信息上的努力都大于零, 信贷员2阶段的产出明显大于只有1阶段时的产出, 从而降低由于信息不对称而产生的信贷员的道德风险, 有效减小银行的信贷风险. 模型解决了商业银行对信贷员的激励约束问题, 既防范了信贷员的道德风险, 又有效降低了商业银行的信贷风险.

关键词: 多项任务多阶段委托-代理; 多项任务委托-代理; 信贷风险

中图分类号: F 830.51 **文献标志码:** A

Bank Credit Risk Management Based on a Multi-task Multi-stage Principal-Agent Model

LEI Xuan, YAN Guangle

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: The credit risk management in commercial banks is the focus of the financial work, it is also the weak link in China's commercial banks. From the view of the principal-agent relationship between commercial banks and the loan officers, the problem of credit risk management in commercial banks was analyzed. The special principal-agent relationship between commercial banks and the loan officers was studied, then a multi-task multi-stage principal-agent model was established. The results show that the multi-task multi-stage principal-agent model can encourage loan officers spent more efforts on collecting “explicit” and “implicit” informations, and the output of the loan officers in the two stages will be significantly greater than in the only one stage, thereby it can reduce the loan officers' moral hazard caused by the asymmetric information, and effectively reduce the credit risk of banks.

收稿日期: 2016-10-24

基金项目: 上海市一流学科建设资助项目(S1201YLXK); 沪江基金资助项目(A14006)

第一作者: 雷 煊(1984-), 男, 博士研究生. 研究方向: 系统工程. E-mail: leibnizx@163.com

通信作者: 严广乐(1957-), 男, 教授. 研究方向: 社会经济系统、系统科学. E-mail: glyan2003@sina.cn

Keywords: *multi-task multi-stage principal-agent; multi-task principal-agent; credit risk management*

商业银行信贷风险主要是指商业银行经营信贷业务的风险总和,即商业银行在经营货币和信用业务过程中,由于各种不利因素引起货币资金不能按时回流,不能保值增值的可能性^[1]。

近几年,信贷风险已经渗透到商业银行的每一信贷经营之中,严重影响到商业银行的生存和发展。我国加入到 WTO 后随着经济金融全球化趋势的推进,商业银行和企业面临的竞争不断加剧,商业银行的信贷风险越来越大,风险的种类越来越多,表现形式也越来越隐蔽复杂,这对商业银行的信贷管理工作提出了严峻的挑战。因此,信贷风险管理在商业银行的各种经营管理中越来越显示出其重要性。

目前,针对商业银行信贷风险管理的研究主要集中于以下 3 个方面:a. 对客户风险微观领域的研究,如企业的财务报表、资金流动情况、信用记录等。刘小明^[2]从集团客户自身经营特点剖析了其信贷风险的系统性特质,认为与宏观经济、行业系统性风险相比,集团客户系统性风险更具不确定性、多发性。b. 从银行监管层的角度宏观、全面地分析客户风险的特点、分布,提出监管建议,如宏观经济形势、法律政策等。王连军^[3]研究了在政府施加的政策性目标和自身利润最大化的双重任务约束下,国有商业银行道德风险增加,信贷行为产生“异化”,导致资金投放偏离政府最初意图。c. 从商业银行的角度研究风险管理,如授信额度、利息、担保等。庞素琳等^[4]证明了当抵押品作为鉴别企业风险类型的手段失效时,银行提高利率的结果将会发生逆向选择。以上研究都从商业银行和贷款企业之间信息不对称的角度讨论信贷风险管理问题,而忽视了银行和信贷员之间信息不对称而产生的道德风险对信贷风险的根源性影响。岳朝龙等^[5]通过在模型中引入能力系数和搜寻成本,探讨了在信息对称和不对称条件下,银行管理者对其信贷人员激励机制的设计问题,给出了相应的最优风险分担系数和代理成本,并分析了各因素对它们的影响。

银行对信贷人员的激励和约束机制不合理、不健全,也是商业银行信贷风险产生的重要原因。叶泌等^[6]提出了这个问题,但是,没有从理论的角度予以证明,也没有从理论的角度提出科学激励制度的设计。由于没有形成合理的分配体制和健全的激励制

度,使银行信贷人员缺乏责任心和进取心,致使银行资产质量低,贷款风险加大。所以,针对银行与信贷员之间委托-代理关系的特殊性,建立合理的激励和约束机制是降低银行信贷风险不可忽视的重要因素,并且能够从源头上防范信贷风险。本文从信息经济学的角度研究银行对信贷员合理的激励约束机制的制定。

1 商业银行与信贷员之间的委托-代理关系特殊性的分析

将银行看作委托人,信贷员看作代理人,那么,银行和信贷员之间便构成了典型的委托-代理关系。作为代理人,信贷员主要负责挖掘市场的潜在的客户(主要是大中小企业),为银行的贷款决策者提供关于借款企业的必要信息,主要包括企业的财务报表、抵押品,以及企业管理者的经营能力、个人品格等。其中,企业财务报表、抵押品等属于客观的、易于观察、传递和验证的信息^[7],称为“显式”信息。而企业管理者的经营能力、个人品格等往往只能通过与贷款者的密切接触、保持长期或广泛的业务关系来获取,难以向其他人传递,难以由信息生产者(信贷员)之外的人予以验证,这些信息称为“隐式”信息。所以,银行和信贷员之间的委托-代理关系符合经典的多项任务委托-代理模型。

然而,在银行中复杂的组织结构使得信息收集者(信贷员)与贷款决策者往往是分离的^[8]，“隐式”信息的收集者(信贷员)难以向银行的贷款决策者传递自己收集到的信息,因此,其收集“隐式”信息的努力难以得到高层管理者的认可和回报,信贷员收集客户“隐式”信息的激励就会很弱;而诸如借款企业的财务报表、抵押品的价值等“显式”信息易于观察、易于由信息生产者向贷款决策者传递,信贷员收集客户“显式”信息的激励就会较强。

于是,信贷员花在收集客户“显式”信息上的努力是可测度的,而花在收集客户“隐式”信息上的努力却是短期内不可测度的。但是,企业的道德风险往往隐藏在“隐式”信息中,所以,“隐式”信息对商业银行从源头上防范信贷风险有重要价值。如果银行只注重“显式”信息而忽视“隐式”信息的收集,将会加大银行的信贷风险。文献[9-10]研究指出,当银

行不拥有中小企业风险类型的完全信息时,信贷合同就会发生逆向选择,随着贷款利率的提高,低风险类型投资者将会退出信贷市场,影响信贷市场的健康发展.因此,银行建立针对信贷员的合理的激励约束机制,对防范信贷风险将至关重要.

由于银行和信贷员之间的委托-代理关系符合经典的多项任务委托-代理模型,所以,先用多项任务委托-代理模型分析合理的激励约束机制的制定.

2 多项任务委托-代理模型

多项任务委托-代理模型是霍姆斯特姆(Holmstrom)根据法玛(Fama)的思想首先建立的.Holmstrom和Milgrom提出的多目标委托代理模型认为,当代理人从事性质不同的多种工作时会给监督和激励带来更大的困难,代理人在不同任务之间存在精力分配上的冲突,因此,对代理人的激励应该综合考虑不同任务上的相互影响^[11].在这里只讨论2项任务的情况.

假定代理人的工作由2项任务组成, a_1, a_2 分别表示代理人花在2项任务上的努力, $\mathbf{a} = (a_1, a_2)$ 表示代理人的努力向量. $B(a_1, a_2)$ 为努力的期望收益, $C(a_1, a_2)$ 为代理人努力的成本.假定 $B(a_1, a_2)$ 是严格递增的凹函数, $C(a_1, a_2)$ 是严格递增的凸函数.代理人的努力选择决定如下可观测的信息向量:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

$$x_1 = \mu_1(a_1) + \varepsilon_1$$

$$x_2 = \mu_2(a_2) + \varepsilon_2$$

式中: $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ 是服从正态分布的随机向量,均值为0,其协方差矩阵

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \text{Var}(\varepsilon_1) & \text{Cov}(\varepsilon_1, \varepsilon_2) \\ \text{Cov}(\varepsilon_2, \varepsilon_1) & \text{Var}(\varepsilon_2) \end{bmatrix}$$

假定委托人是风险中性的,代理人是风险规避的,且代理人的效用函数具有不变绝对风险规避特征,即 $u = -e^{-\rho u}$,其中, ρ 是绝对风险规避度量, ω 是实际货币收入.如果代理人的工资函数 $s(x) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 = \alpha + \beta^T x$,则代理人的确定性等价收入

$$CE = \alpha + \beta^T x - \frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta - C(a_1, a_2)$$

$$\beta^T = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: $\beta^T \Sigma \beta$ 为收入方差; $\frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta$ 为风险成本; α, β_1, β_2

为参变量.

于是,委托人的期望利润

$$B(a_1, a_2) - E\{s(x)\} = B(a_1, a_2) - \alpha - \beta^T x \quad (2)$$

将式(1)加式(2),得总的确定性等价收入

$$TCE = B(a_1, a_2) - \frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta - C(a_1, a_2) \quad (3)$$

此时,委托人的问题是选择 $\beta^T = (\beta_1, \beta_2)$ 最大化总的确定性等价收入 TCE ,并且要满足代理人的激励相容约束条件:

$$(a_1, a_2) \in \arg \max \beta^T x - C(a_1, a_2) \quad (4)$$

为简单起见,设 $\mu_i(a_i) = a_i$,即观测变量 $x_i = a_i + \varepsilon_i, i = 1, 2$,且 $a_i > 0$.对式(4)分别关于 a_1, a_2 求偏导数,得

$$\beta_1 = \frac{\partial C(a)}{\partial a_1} = C_1(a), \quad \beta_2 = \frac{\partial C(a)}{\partial a_2} = C_2(a) \quad (5)$$

式(5)隐含地决定了努力函数 $a_1 = a_1(\beta^T), a_2 = a_2(\beta^T)$.对式(5)求导,得

$$\frac{\partial \beta}{\partial a} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \beta_1}{\partial a_1} & \frac{\partial \beta_1}{\partial a_2} \\ \frac{\partial \beta_2}{\partial a_1} & \frac{\partial \beta_2}{\partial a_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} = [C_{ij}],$$

$$\frac{\partial a}{\partial \beta} = [C_{ij}]^{-1} \quad (6)$$

由式(5)和式(6)可得总的确定性等价收入式(3)的一阶条件为

$$\beta = \frac{\mathbf{B}'}{\mathbf{I} + \rho [C_{ij}] \Sigma \beta} \quad (7)$$

其中, $\mathbf{I} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{B}' = (B_1, B_2)^T, B_i = \frac{\partial B}{\partial a_i}$ 是第 i 项任务上努力的边际收益.

在银行-信贷员的委托代理模型中,设 a_1 为信贷员花在收集“显式”信息上的努力, a_2 为信贷员花在收集“隐式”信息上的努力.由于信贷员花在收集“隐式”信息上的努力是不可测度的,即 $\sigma_2^2 = \infty, \sigma_1^2 = 0, \sigma_1^2, \sigma_2^2$ 分别为 a_1, a_2 的方差.因此,唯一可观测的信息为

$$x = x_1 = a_1 + \varepsilon_1$$

当 $a \gg 0$ 时,必须满足如下条件:

$$\beta_1 = \frac{B_1 - B_2 C_{12}/C_{22}}{1 + \rho \sigma_1^2 (C_{11} - C_{12}^2/C_{22})} \quad (8)$$

因为,信贷员花在收集“显式”信息上的努力和花在收集“隐式”信息上的努力成本是相互替代的,所以, $C_{12} > 0$.按照此模型的结论,对信贷员收集“显式”信息的努力不能激励,因为, $\beta_1 > 0$ 将诱使信贷员把精力都花在收集“显式”信息的努力上,而忽视

对“隐式”信息的收集,这便给银行造成了巨大的信贷风险.因为,信贷风险往往就隐藏在这些“隐式”信息里面,“隐式”信息对商业银行来说是至关重要的,“隐式”信息的不足是信贷风险产生的一个重要因素.但是,由于信贷员收集“显式”信息的努力是唯一可测度的,如果不去激励,信贷员将没有努力工作的积极性,这将会导致银行收益的减少.

为了解决这个问题,现建立多项任务多阶段委托-代理模型.

3 多项任务多阶段委托-代理模型

为简单起见,先考虑只有2个阶段的模型,设 $t=1,2$ 表示第1和第2阶段, a_t^1 代表信贷员第 t 阶段花在收集“显式”信息上的努力, a_t^2 代表信贷员第 t 阶段花在收集“隐式”信息上的努力, θ 表示信贷员收集“隐式”信息的能力,假定 θ 与时间无关, u_t 是外生的随机变量,如宏观经济政策、市场环境等. θ 和 u_t 都服从正态分布,且 $E(\theta)=0, E(u_t)=0, \text{Var}(\theta)=\sigma_\theta^2, \text{Var}(u_t)=\sigma_u^2$, 并且 $\text{Cov}(u_1, u_2)=0$, 即随机变量 u_1 和 u_2 是独立的.于是,可设每个阶段的生产函数为

$$\pi_t = a_t^1 + a_t^2 + \theta + u_t, \quad t=1,2$$

假定信贷员是风险中性的,并且贴现率为0. w_t 表示信贷员第 t 阶段的工资, $C_1(a_t^1)$ 表示信贷员在第 t 阶段收集“显式”信息的努力成本函数, $C_2(a_t^2)$ 表示信贷员在第 t 阶段收集“隐式”信息的努力成本函数.并设 $C_1(a_t^1), C_2(a_t^2)$ 都是严格递增的凸函数,且 $C'_1(a_t^1)>0, C'_2(a_t^2)>0$, 则信贷员的效用函数为

$$U = w_1 - C_1(a_1^1) - C_2(a_1^2) + w_2 - C_1(a_2^1) - C_2(a_2^2)$$

根据前面多项任务的委托-代理理论,信贷员只能拿固定工资,但这时候信贷员没有任何努力工作的积极性: $C'_1(a_1^1)=0, C'_2(a_1^2)=0$, 从而 $a_1^1=a_1^2=0$. 现将证明在多项任务多阶段委托-代理模型中,信贷员在前面 $t-1$ 阶段收集“显式”信息和收集“隐式”信息的最优努力水平都大于零.

假定市场是完全竞争性的,信贷员的工资等于预期产出.

$$w_1 = E(\pi_1) = E(a_1^1) + E(a_1^2) + E(\theta) +$$

$$E(u_1) = E(a_1^1) + E(a_1^2) = \bar{a}_1^1 + \bar{a}_1^2$$

因为, $E(\theta)=0, E(u_1)=0$,

$$w_2 = E(\pi_2 | \pi_1)$$

式中: $\bar{a}_1^1$ 是银行对信贷员在第1阶段花在收集“显式”信息上努力水平的预期; $\bar{a}_1^2$ 是银行对信贷员在第1阶段花在收集“隐式”信息上努力水平的预期; $E(\pi_2 | \pi_1)$ 是给定第1阶段的实际产出为 π_1 的情况下银行对第2阶段的产出的预期.于是,

$$E(\pi_2 | \pi_1) = E(a_2^1 | \pi_1) + E(a_2^2 | \pi_1) +$$

$$E(\theta | \pi_1) + E(u_2 | \pi_1) = E(\theta | \pi_1)$$

因为, $E(a_2^1 | \pi_1) = E(a_2^2 | \pi_1) = E(u_2 | \pi_1) = 0$.

假定银行具有理性预期.那么,在均衡时, $\bar{a}_1^1, \bar{a}_1^2$ 是信贷员的实际选择,当银行观测到 π_1 时,银行知道 $\theta + u_1 = \pi_1 - \bar{a}_1^1 - \bar{a}_1^2$. 但银行不能将 θ 与 u_1 分开,即银行不知道除信贷员的努力之外, π_1 是信贷员能力的结果还是外生随机变量 u_1 的结果.所以,银行要根据 π_1 来推断 θ . 于是,令

$$\tau = \frac{\text{Var}(\theta)}{\text{Var}(\theta) + \text{Var}(u_1)} = \frac{\sigma_\theta^2}{\sigma_\theta^2 + \sigma_u^2}$$

即 τ 为 θ 的方差与 u_1 的方差的比率, σ_θ^2 越大, τ 越大.再根据理性预期公式,有

$$E(\theta | \pi_1) = (1 - \tau)E(\theta) + \tau(\pi_1 - \bar{a}_1^1 - \bar{a}_1^2)$$

因为, $E(\theta)=0$.

就是说,给定 π_1 下,银行预期的 θ 的期望值是先验期望值 $E(\theta)$ 和观测值 $(\pi_1 - \bar{a}_1^1 - \bar{a}_1^2)$ 的加权平均,银行根据观测到的信息修正对信贷员能力的判断. τ 介于0~1之间.

给定 $\tau > 0$, 均衡工资 $w_2 = E(\theta | \pi_1) = \tau(\pi_1 - \bar{a}_1^1 - \bar{a}_1^2)$ 表明第1阶段的产出越高,第2阶段的工资越高,将 w_1 和 w_2 代入信贷员的效用函数,得

$$U = \bar{a}_1^1 + \bar{a}_1^2 - C_1(a_1^1) - C_2(a_1^2) + \tau(a_1^1 + a_1^2 + \theta + u_1 - \bar{a}_1^1 - \bar{a}_1^2) - C_1(a_2^1) - C_2(a_2^2)$$

则信贷员的最优化一阶条件为

$$C'_1(a_1^1) = \tau > 0, \quad C'_2(a_1^2) = \tau > 0$$

所以

$$a_1^1 > 0, \quad a_1^2 > 0$$

从以上模型的结果可以看出,即使信贷员花在收集“隐式”信息上的努力是不可测度的,这时候,通过分阶段可以激励信贷员在2项任务上的努力都大于零,降低由于信息不对称而产生的信贷员的道德风险,从而有效减小银行的信贷风险.

上述模型假定代理人只有 2 项任务, 只分 2 个阶段, 但很容易将它一般化到 $m > 2$ 项任务 (其中多项任务不可测度), $n > 2$ 阶段. 除最后 1 阶段的努力 $a_n^i = 0, i = 1, 2, \dots, m$ 外, 代理人在所有第 $n - 1$ 阶段之前在每一项任务上的努力 $a_j^i > 0, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n - 1$. 并且 $a_1^i > a_2^i > \dots > a_{n-1}^i > a_n^i, i = 1, 2, \dots, m$.

4 算例

设 $2\bar{a}$ 为信贷员总的最低努力水平, 且

$$C_1(a_t^1) + C_2(a_t^2) = C(a_t^1, a_t^2) = \\ C(a_t^1 + a_t^2) = (a_t^1 + a_t^2 - 2\bar{a})^2/2$$

其中, $t = 1, 2$.

则在固定工资下, 当委托-代理只有 1 阶段时

$$a_1^1 = \bar{a}, a_1^2 = \bar{a}$$

此时

$$\pi_1 = a_1^1 + a_1^2 + \theta + u_1 = 2\bar{a} + \theta + u_1$$

$$U = w_1 - C_1(a_1^1) - C_2(a_1^2) =$$

$$E(\pi_1) - C(a_1^1 + a_1^2) = 2\bar{a}$$

在固定工资下, 当委托-代理分 2 阶段时, 根据多项任务多阶段委托-代理模型的结论, 有

$$U = \bar{a}_1^1 + \bar{a}_1^2 - C_1(a_1^1) - C_2(a_1^2) + \\ \tau(a_1^1 + a_1^2 + \theta + u_1 - \bar{a}_1^1 - \bar{a}_1^2) - \\ C_1(a_2^1) - C_2(a_2^2) = \bar{a}_1^1 + \bar{a}_1^2 - \\ (a_1^1 + a_1^2 - 2\bar{a})^2/2 + \tau(a_1^1 + a_1^2 + \\ \theta + u_1 - \bar{a}_1^1 - \bar{a}_1^2) - (a_2^1 + a_2^2 - 2\bar{a})^2/2$$

对上式分别关于 a_1^1, a_1^2 求一阶偏导数, 可得信贷员的最优工作努力为

$$a_1^1 + a_1^2 - 2\bar{a} = \tau$$

所以

$$a_1^1 = a_1^2 = \bar{a} + \tau/2$$

此时

$$a_2^1 = \bar{a}, a_2^2 = \bar{a}$$

于是, 第 1 阶段的产出

$$\pi_1 = a_1^1 + a_1^2 + \theta + u_1 = 2\bar{a} + \tau + \theta + u_1$$

大于当委托-代理只有 1 阶段时的 π_1 .

将 $a_1^1 = a_1^2 = \bar{a} + \tau/2, a_2^1 = \bar{a}, a_2^2 = \bar{a}$ 代入 U , 得

$$U = 2\bar{a} + \tau - \tau^2/2$$

大于当委托-代理只有 1 阶段时的 U .

以上算例表明, 当委托-代理只有 1 阶段时, 信贷员将精力都花在收集“显式”信息的努力上, 而忽视对“隐式”信息的收集, 产出为 $\pi_1 = 2\bar{a} + \theta + u_1$; 当委托-代理分为 2 阶段时, 通过分阶段可以激励信贷员在 2 项任务上的努力都大于零, 第 1 阶段的产出为 $\pi_1 = a_1^1 + a_1^2 + \theta + u_1 = 2\bar{a} + \tau + \theta + u_1$, 明显高于只有 1 阶段的产出. 因此, 通过多阶段的委托-代理可以有效降低由于信息不对称而产生的信贷员的道德风险, 从而有效减小银行的信贷风险.

5 结束语

基于商业银行和信贷员之间的委托-代理关系的特殊性, 建立了多项任务多阶段委托-代理模型. 分析了商业银行针对信贷员的激励约束机制的合理制定. 从多项任务委托-代理理论得出结论, 银行对信贷员花在收集“显式”信息上的努力是不能激励的, 或者应弱化对此项任务的激励. 但是, 大量发放贷款却是银行收入的主要来源, 考虑到银行追求风险最小化和收益最大化的目标. 通过建立多项任务多阶段委托-代理模型, 得出结论, 银行除了应弱化对信贷员收集“显式”信息的激励外, 更应该和信贷员签订多阶段契约, 这样既能激励信贷员在 2 项任务上的工作积极性, 保证信贷员花在收集“显式”信息和“隐式”信息上的努力都大于零, 又能避免客户的道德风险, 从而降低银行的信贷风险. 这样银行才能达到风险最小化和收益最大化的目标. 此外, 多项任务多阶段委托-代理模型告诉我们, 银行还应该尽量聘用年轻的信贷员.

参考文献:

- [1] 王磊. 我国商业银行信贷风险管理研究[J]. 企业经济, 2007(9): 126-128.
- [2] 刘小明. 商业银行集团客户信贷风险溯源及防范机制优化[J]. 当代经济科学, 2005, 26(6): 69-74.
- [3] 王连军. 金融危机中我国国有商业银行贷款行为研究——一个多任务委托代理模型[J]. 未来与发展, 2010(8): 70-73.
- [4] 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(II)——信贷风险决策机制[J]. 系统工程理论与实践, 2001(5): 82-87.

(下转第 388 页)

- 脱氢酶基因在大豆中的表达[J]. 遗传学报, 2004, 31(8): 858 - 863.
- [56] LI M C, LI H, WEI D S, et al. Cloning and molecular characterization of Δ^{12} -fatty acid desaturase gene from *Mortierella isabellina* [J]. World Journal of Gastroenterology, 2006, 12(21): 3373 - 3379.
- [57] MEEUWSE P, KLOK A J, HAEMERS S, et al. Growth and lipid production of *Umbelopsis isabellina* on a solid substrate-Mechanistic modeling and validation [J]. Process Biochemistry, 2012, 47(8): 1228 - 1242.
- [58] PAPANIKOLAOU S, SARANTOU S, KOMAITIS M, et al. Repression of reserve lipid turnover in *Cunninghamella echinulata* and *Mortierella isabellina* cultivated in multiple-limited media [J]. Journal of Applied Microbiology, 2004, 97(4): 867 - 875.
- [59] FAKAS S, MAKRI A, MAVROMATI M, et al. Fatty acid composition in lipid fractions lengthwise the mycelium of *Mortierella isabellina* and lipid production by solid state fermentation [J]. Bioresource Technology, 2009, 100(23): 6118 - 6120.
- [60] WU L, GAO X L, LIU Y, et al. Optimization of process conditions for the extraction of microbial oil from *Mortierella isabellina* [C]//Proceedings of the 2011 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC). Wuhan, China: IEEE, 2011: 1 - 4.
- [61] 薛冬桦, 张贺, 潘安龙, 等. 一种利用微生物油脂制备生物柴油的方法: 中国, CN101974371A [P]. 2011 - 02 - 16.
- [62] 鲍传稳, 李凡正, 廖盼, 等. 深黄被孢霉中微生物油脂的提取工艺 [J]. 生物加工过程, 2012, 10(2): 19 - 23.
- [63] ZHOU C X, ZHU C H, REN Y. Optimization of ultrasound-assisted extraction of single cell oil from *Mortierella isabellina* [J]. Separation Science and Technology, 2013, 48(14): 2188 - 2195.
- [64] 陈涛, 何东平, 李道忠, 等. 产 PUFA 的深黄被孢霉的毒力研究 [J]. 中国油脂, 2006, 31(8): 42 - 44.
- [65] NISHA A, MUTHUKUMAR S P, VENKATESWARAN G. Safety evaluation of arachidonic acid rich *Mortierella alpina* biomass in albino rats-a subchronic study [J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2009, 53(3): 186 - 194.

(编辑: 石 瑛)

(上接第 380 页)

- [5] 岳朝龙, 严忠. 国有商业银行信贷人员激励机制设计 [J]. 系统工程学报, 2002, 17(5): 463 - 466.
- [6] 叶泌. 商业银行信贷风险管理及建设银行应对策略 [J]. 武汉金融高等专科学校学报, 2002(1): 31 - 35.
- [7] 马博. 商业银行信贷风险浅议 [J]. 现代经济信息, 2009(17): 76 - 77.
- [8] 林毅夫, 孙希芳, 姜烨. 经济发展中的最优金融结构理论初探 [J]. 经济研究, 2009(8): 4 - 17.
- [9] HOLMSTROM B, MILGROM P. Multitask principal-agent analyses: incentive contracts, asset ownership, and job design [J]. Journal of Law, Economics, and Organization, 1991, 7(S1): 24 - 52.
- [10] STIGLITZ J E, WEISS A. Credit rationing in markets with imperfect information [J]. The American Economic Review, 1981, 71(3): 393 - 410.
- [11] BESTER H. Screening vs. rationing in credit markets with imperfect information [J]. The American Economic Review, 1985, 75(4): 850 - 855.
- [12] BERGER A N, UDELL G F. The economics of small business finance: the roles of private equity and debt markets in the financial growth cycle [J]. Journal of Banking & Finance, 1998, 22(6/7/8): 613 - 673.
- [13] 巴曙松. 巴塞尔新资本协议研究 [M]. 北京: 中国金融出版社, 2003.
- [14] 张维迎. 博弈论与信息经济学 [M]. 上海: 上海人民出版社, 2007.

(编辑: 石 瑛)