**“中小微企业的信贷决策”数学建模分析**

**摘 要**

1. **问题重述**

提升中小微企业获得信贷便捷度需抓实三个优化。一要优化信贷流程和资料。二要优化信贷产品和服务。三要优化信贷业务跟踪和评价机制。

作为国民经济最小的组成单位,小微企业是小型企业、微型企业和个体工商户的统称。截至2019年4月底,全国集中统一的企业和个人征信系统共收录企业和其他组织2730.4万户,其中有信贷记录的企业和其他组织的小微企业近350万户。

在实际中，由于中小微企业规模相对较小，也缺少抵押资产，因此银行通常是依据信贷政策、企业的交易票据信息和上下游企业的影响力，向实力强、供求关系稳定的企业提供贷款，并可以对信誉高、信贷风险小的企业给予利率优惠。银行首先根据中小微企业的实力、信誉对其信贷风险做出评估，然后依据信贷风险等因素来确定是否放贷及贷款额度、利率和期限等信贷策略。

某银行对确定要放贷企业的贷款额度为10~100万元，年利率为4%~15%，贷款期限为1年。附件1~3分别给出了123家有信贷记录企业的相关数据、302家无信贷记录企业的相关数据和贷款利率与客户流失率关系的2019年统计数据。该银行请你们团队。根据实际和附件中的数据信息，通过建立数学模型研究对中小微企业的信贷策略，主要解决下列问题:4

(1) 对附件1中123家企业的信贷风险进行量化分析，给出该银行在年度信贷总额固定时对这些企业的信贷策略。

(2) 在问题1的基础上，对附件2中302家企业的信贷风险进行量化分析，并给出该银行在年度信贷总额为1亿元时对这些企业的信贷策略。

(3) 企业的生产经营和经济效益可能会受到一些突发因素影响，而且突发因素往往对不同行业、不同类别的企业会有不同的影响。综合考虑附件2中各企业的信贷风险和可能的突发因素（例如：新冠病毒疫情）对各企业的影响，给出该银行在年度信贷总额为1亿元时的信贷调整策略。

1. **问题的分析**

**2.1对问题一的分析**

**针对问题一，由于不同企业对待贷款的态度以及银行的信誉评级原因，先对无效数据进行筛选，然后根据相关资料显示，选择了相关性较大的六个指标作为重要影响因素，分别是以下：（1）销项发票；（2）负数发票；（3）进项发票；（4）平均收入；（5）价税合计；（6）有效发票/作废发票。最后根据六个指标建立模型计算出贷款额。**

**2.2问题二的分析**

**针对问题二，题目要求根据自建立的模型进行信贷风险量化分析，并在贷款总额为一亿来建立新模型，构建新的贷款策略。由于问题一已表明现在风险和六个因素已经有密切的相关性，因此重新从六个主要因素进入分析**

**2.3问题三的分析**

**问题三，我们分析在突发因素影响下，针对不同行业，不同类别企业的不同影响，综合考虑企业的信贷风险以及突发情况，则再加入新的影响，重新进行主要因素分析，并在年度总额为一亿元时调整策略。由于今年新冠疫情的传播，使得大部分不同行业、不同类别的中小微企业有不同的影响。本文以新冠疫情的影响为例，研究该银行在年度信贷总额为1亿元时的信贷调整策略。根据相关数据显示，新冠疫情对以下的几大行业影响最大，分别为医药生物，电商快递，影视传媒，交通运输（旅游业），餐饮旅游，社会服务，教育培训等，而刚好剩下可贷款的企业中，均有这部分商家。在（1）（2）问的基础上加入新的影响因素，去对模型进行优化。**

1. **模型的假设与符号说明**

|  |  |
| --- | --- |
| **符号** | **意义** |
|  | 判断矩阵 |
|  | 一致性指标 |
|  | 平均随机一致性指标 |
|  | 一致性比例 |
|  | 矩阵的最大特征值 |
|  | 矩阵中第行第列元素 |
|  | 矩阵的阶数 |
|  | 权重 |

**3.1模型的建立与求解**

**由于影响因素较多，想要通过某种方式计算不同指标的权重,根据权重选择出主要因素和次要因素。**

**在确定各因素之间的权重时，如果只是定性的结果，常常不为人所接受，运用Saaty 等人提出的:一致矩阵法，其特点是:不把所有因素放在一起比较，而是两两相互比较，并采用相对尺度，以尽可能减少性质不同的诸因素相互比较的困难，提高准确度。**

**依次表示: 销项发票；有效发票/作废发票；负数发票；新因素，进项发票；平均收入；价税合计。通过相互比较确定各准则对于目标的权重，即构造判断矩阵。在层次分析法中,为使矩阵中的各要素的重要性能够进行定量显示,引进了矩阵判断标度(1~9标度法)，如表4-1:**

**仍重新运用矩阵和权重来进行重新计算最后得到**

4.1两参与者信贷行为博弈模型假设

(1)商业银行信贷行为博弈的双方是理性人，其行为最终目的都是谋求自身利益的最大化，最大程度规避风险。商业银行为了其贷款的正常回收，赚取利息，防止不良贷款的发生，必定对贷款企业进行细致审查，排查风险的发生几率。企业为了获得贷款以满足自身发展需要,也必定通过各种方式努力争取，积极与其他企业竞争。

(2)商业银行与企业作为信贷行为的博弈双方，其关系为对立。大多企业没有良好的渠道与银行交流，银行亦是信息的不完全者,因此此次博弈考虑非合作情况的博弈。

(3)博弈为两参与者博弈，博弈的对象为商业银行与企业，不考虑政府政策影啊时情况。

(4)博弈行为的对象之一企业可以分为业务收益率高，经营稳定，风险小的“优秀企业”和业务收益率低，经营状况差，风险较大的“不良企业”。“优秀企业”的还款能力强，基本不存在无法还款的现象，在博弈中为了方便起见，假定该企业必能按时还款。而“不良企业”的还款能力较差,有很大的可能无法还款,在博弈中将以概率计算。

(5)商业银行有贷款和不贷款两种策略选择，企业有贷款和不贷款两种策略选择。

(6)对于博弈的对象两种企业而言，“优秀企业”作为理性参与者，由于其收益率高，经营稳定，因此其申请贷款的经营所得必然大于其贷款利息。“不良企业”作为理性参与者想要获得贷款，要么有把握获得较高收益，要么为了私人利益，为了获得贷款与“优秀企业”竞争，极有可能提供虚假材料，掩盖自身风险，因此需要比“优秀企业”多花一部分成本。

4.2两参与者信贷行为博弈模型构建

在现实的商业银行信贷中，商业银行与企业存在信息不对称，有些“不良企业”有弄虛作假的倾向，因此企业属于信息的优势方，商业银行是信息的弱势方。在现实中,银行必然不会坐以待毙，而是会找有关部门或是请代理人严格审查企业，这部分成本无论商业银行是否贷款给企业都是要花费的，对最后的期望收益是不发生变化的,因此为了方便起见,该模型构建中没有加入商业银行的监管费用。然而，商业银行的监管并不是完全有效的，当商业银行信贷行为拒绝“优秀企业”，选择“不良企业”时，商业银行必须承担由此而产生的机会成本。在信贷博弈中，商业银行可以选择同意贷款或是不同意贷款，企业可以选择是否申请贷款。B为银行同意贷款的贷款金额，贷款利率为。因为“优秀企业”有较高的收益率，定为,“不良企业”有较低的收益率，定为,显然。而“不良企业”为了获得贷款与“优秀企业”竞争，需要额外花费-部分弄虚作假的成本。此时，商业银行若是没有发现“不良企业”的行为，决定给其发放贷款就有较大的可能会损失一定的本金并且得不到利息收益。而商业银行是-一个理性参与者，极有可能在贷款中期发现“不良企业”的真面目，可能会回收一部分本金。因此，设定为商业银行贷款给“不良企业”损失本金的比率，若商业银行选择不贷款给企业，作为一个理性人，它所拥有的本金必然不会作为闲散资金，可能将其用作他途或是进行资本运作，其收益为。但是，不可忽视贷款是商业银行的主要利润来源，因此在本模型中假定。

在此博弈模型中，“优秀企业”若是选择申请贷款，银行决定发放贷款，则银行的收益是利息，企业的收益是项目利润减去利息。“不良企业”若是选择申请贷款,银行决定发放贷款,则银行会损失部分本金并得不到利息收入。因此，银行的收益为，企业的收益是其项目利润减去弄虚作假的成本即。若“不良企业”获得贷款的目的就是满足一己私利，私吞贷款，则。

若企业选择不申请贷款则企业银行的收益都是。若对于企业发放贷款的请

求，商业银行不予批准，对于“优秀企业”其收益为，对于“不良企业”由于其弄虚作假而要损失一部分成本，则其收益为，此时商业银行的收益为资金用作他途的收益。该博弈行为的支付矩阵见表4.1。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **优秀企业** | | | | | |
|  |  | **申请贷款** | **不申请贷款** | **申请贷款** | **不申请贷款** |
| **银行** | 发放贷款 | ， | **，** | , | **，** |
|  | 不发放贷款 | **，** | **，** | **，** | **，** |

4.3两参与者信贷行为博弈模型分析

由上支付矩阵可知，“优秀企业”和“不良企业”的最优策略都是选择申请贷款，显然对于优秀企业，;作为理性参与者的“不良企业”必然知道其贷款将获收益大于其弄虛作假的成本才会选择贷款，因此，

。而对于商业银行来说，当申请贷款的是“优秀企业”时，由上文可知，其最优策略为发放贷款;当申请贷款的是“不良企业”时，显然商业银行收益为，其最优策略为不发放贷款。但由该博弈模型的基本假设可知商业银行为信息弱势者,它很难分辨出申请贷款的企业是“优秀企业”或是“不良企业”。因此，商业银行要想获得最优策略很大程度上取决于对企业的认知水平。为了解决该问题，我们运用海萨尼转换。海萨尼(Harsanyi) 在19世纪60年代末提出了处理这类不完全信息博弈的方法:引入一个虚拟参与者“自然”，虚拟参与者首先行动，决定参与者类型，并让参与者知道自己的类型,但不让其他参与者知道。假设“自然”是申请贷款企业的情况，以概率表“优秀企业”申请贷款，以概率表“不良企业”申请贷款。至此，通过海萨尼转换将不完全信息静态博弈装换成了完全信息下不完美的动态博弈,其信息博弈树

见图4.1.

**利用和法计算权重向量**

**取判断矩阵的个行向量归一化后的算数平均值近似作为权向量，即，**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 0.5251 | 0.2430 |  |
|  | 1/3 | 1 | 1/2 | 1 | 1/4 | 1 | 0.1826 | 0.0845 |  |
|  | 1 | 2 | 1 | 1 | 1/2 | 3 | 0.3739 | 0.1730 |  |
|  | 1/2 | 1 | 1 | 1 | 1/3 | 2 | 0.2596 | 0.1201 |  |
|  | 1 | 4 | 2 | 3 | 1 | 5 | 0.6819 | 0.3154 |  |
|  | 1/4 | 1 | 1/3 | 1/2 | 1/5 | 1 | 0.1383 | 0.0640 |  |

,,,,,通过一致性检验。

假设：

预期收益率：

利率在区间中变化时，不同分段的坏客户率变化不显著

评分有较好的排序能力，每一分段对应的坏客户占比有显著差异，第段评分区间对应的违约率为

可能的收益-可能的损失=预期收益







|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **企业代号** | **企业名称** | **信誉评级** | **是否违约** |  |
| E1 | \*\*\*电器销售有限公司 | A | 否 | 95 |
| E2 | \*\*\*技术有限责任公司 | A | 否 | 95 |
| E6 | \*\*\*装饰设计工程有限公司 | A | 否 | 95 |
| E7 | \*\*\*家电有限公司\*\*\*分公司 | A | 否 | 95 |
| E8 | \*\*\*科学研究院有限公司 | A | 否 | 95 |
| E9 | \*\*\*生活用品服务有限公司\*\*\*分公司 | A | 否 | 95 |
| E13 | \*\*\*汽车贸易有限公司 | A | 否 | 95 |
| E15 | \*\*\*劳务有限公司 | A | 否 | 95 |
| E16 | \*\*\*建筑劳务有限公司 | A | 否 | 95 |
| E17 | \*\*\*消防工程有限公司 | A | 否 | 95 |
| E18 | \*\*\*消防工程有限责任公司 | A | 否 | 95 |
| E19 | \*\*\*科技有限公司 | A | 否 | 95 |
| E22 | \*\*\*物流有限公司 | A | 否 | 95 |
| E24 | \*\*\*建筑工程有限公司 | A | 否 | 95 |
| E26 | \*\*\*金属材料有限公司 | A | 否 | 95 |
| E27 | \*\*\*农业开发有限公司 | A | 否 | 95 |
| E31 | \*\*\*食品有限公司 | A | 否 | 95 |
| E42 | \*\*\*园艺场 | A | 否 | 95 |
| E48 | \*\*\*化工有限公司 | A | 否 | 95 |
| E54 | \*\*\*新技术开发有限公司 | A | 否 | 95 |
| E59 | \*\*\*商贸有限公司 | A | 否 | 95 |
| E64 | \*\*\*图书有限责任公司 | A | 否 | 95 |
| E81 | \*\*\*机械设备有限公司 | A | 否 | 95 |
| E84 | \*\*\*建材有限公司 | A | 否 | 95 |
| E88 | \*\*\*贸易有限公司 | A | 否 | 95 |
| E89 | \*\*\*物资有限公司 | A | 否 | 95 |
| E91 | \*\*\*科技实业有限公司 | A | 否 | 95 |
| E5 | \*\*\*供应链管理有限公司 | B | 否 | 85 |
| E10 | \*\*\*建筑劳务有限公司 | B | 否 | 85 |
| E12 | \*\*\*建筑劳务有限公司 | B | 否 | 85 |
| E20 | \*\*\*贸易有限公司 | B | 否 | 85 |
| E21 | \*\*\*建设工程有限公司 | B | 否 | 85 |
| E23 | \*\*\*贸易有限公司 | B | 否 | 85 |
| E28 | \*\*\*景观工程有限公司 | B | 否 | 85 |
| E30 | \*\*\*建筑工程有限公司 | B | 否 | 85 |
| E32 | \*\*\*建筑劳务有限公司 | B | 否 | 85 |
| E33 | \*\*\*园林有限责任公司 | B | 否 | 85 |
| E34 | \*\*\*建设工程有限公司 | B | 否 | 85 |
| E35 | \*\*\*商贸有限公司 | B | 否 | 85 |
| E37 | \*\*\*木业有限公司 | B | 否 | 85 |
| E38 | \*\*\*建设工程有限公司 | B | 否 | 85 |
| E43 | \*\*\*建设工程有限公司 | B | 否 | 85 |
| E51 | \*\*\*物流有限公司 | B | 否 | 85 |
| E57 | \*\*\*机械设备有限公司 | B | 否 | 85 |
| E58 | \*\*\*油气工程建设有限责任公司 | B | 否 | 85 |
| E60 | \*\*\*机械租赁有限公司 | B | 否 | 85 |
| E61 | \*\*\*调味品有限公司 | B | 否 | 85 |
| E62 | \*\*\*工程造价咨询有限公司\*\*\*分公司 | B | 否 | 85 |
| E63 | \*\*\*科技有限公司 | B | 否 | 85 |
| E65 | \*\*\*商贸有限公司 | B | 否 | 85 |
| E66 | \*\*\*快递有限公司 | B | 否 | 85 |
| E67 | \*\*\*信息技术有限公司 | B | 否 | 85 |
| E70 | \*\*\*科技有限公司 | B | 否 | 85 |
| E71 | \*\*\*农业科技有限公司 | B | 否 | 85 |
| E74 | \*\*\*蔬菜专业合作社 | B | 否 | 85 |
| E76 | \*\*\*信息科技有限公司 | B | 否 | 85 |
| E79 | \*\*\*鞋业有限公司 | B | 否 | 85 |
| E83 | \*\*\*社会福利院（\*\*\*社会福利社会化服务中心） | B | 否 | 85 |
| E85 | \*\*\*安防科技有限公司 | B | 否 | 85 |
| E93 | \*\*\*电脑设计事务所 | B | 否 | 85 |
| E95 | \*\*\*兰花店 | B | 否 | 85 |
| E97 | \*\*\*美工装饰部 | B | 否 | 85 |
| E98 | \*\*\*文化传播有限公司 | B | 否 | 85 |
| E106 | \*\*\*财务管理有限公司 | B | 否 | 85 |
| E3 | \*\*\*电子(中国)有限公司\*\*\*分公司 | C | 否 | 75 |
| E4 | \*\*\*发展有限责任公司 | C | 否 | 75 |
| E11 | \*\*\*建设工程有限公司 | C | 否 | 75 |
| E14 | 个体经营E14 | C | 否 | 75 |
| E25 | \*\*\*通讯设备有限公司 | C | 否 | 75 |
| E39 | \*\*\*建筑劳务有限公司 | C | 否 | 75 |
| E40 | \*\*\*财税咨询服务有限公司 | C | 否 | 75 |
| E41 | \*\*\*物业发展有限公司 | C | 否 | 75 |
| E44 | \*\*\*商贸有限公司 | C | 否 | 75 |
| E46 | \*\*\*广告传媒有限公司 | C | 否 | 75 |
| E47 | \*\*\*控制设备有限责任公司 | C | 否 | 75 |
| E49 | \*\*\*地球环保科技有限公司 | C | 否 | 75 |
| E50 | \*\*\*建筑劳务有限公司 | C | 否 | 75 |
| E53 | \*\*\*文化传媒有限公司 | C | 否 | 75 |
| E55 | \*\*\*集团有限公司\*\*\*电力设备分公司 | C | 否 | 75 |
| E56 | \*\*\*家居材料\*\*\*有限公司 | C | 否 | 75 |
| E68 | \*\*\*花木总公司 | C | 否 | 75 |
| E69 | \*\*\*电子器材经营部 | C | 否 | 75 |
| E72 | \*\*\*图书有限公司 | C | 否 | 75 |
| E73 | \*\*\*商贸有限责任公司 | C | 否 | 75 |
| E75 | \*\*\*酒店管理有限公司 | C | 否 | 75 |
| E77 | \*\*\*机电设备有限公司 | C | 否 | 75 |
| E78 | 个体经营E78 | C | 否 | 75 |
| E80 | \*\*\*实业有限责任公司 | C | 否 | 75 |
| E86 | \*\*\*地质工程勘察院\*\*\*分院 | C | 否 | 75 |
| E90 | \*\*\*文化传媒有限责任公司 | C | 否 | 75 |
| E92 | \*\*\*地质灾害防治有限公司 | C | 否 | 75 |
| E94 | \*\*\*汽车美容有限公司 | C | 否 | 75 |
| E96 | \*\*\*土地整理有限公司 | C | 否 | 75 |
| E104 | \*\*\*管理咨询有限责任公司 | C | 否 | 75 |
| E105 | \*\*\*建材经营部 | C | 否 | 75 |
| E110 | \*\*\*通讯器材经营部 | C | 否 | 75 |
| E45 | 个体经营E45 | B | 是 | 80 |

第5章基于三参与者博弈分析商业银行的信贷行为

三参与者博弈分析商业银行信贷行为是分析商业银行、企业和政府的信贷行为。在第四章初始，我们已经提出在现实中，商业银行的信贷行为中有较多的影响者，包括政府监管、企业实力、舆论导向等。作为研究的重点，第四章研究了商业银行与其信贷的主要参与者企业(“优秀企业”和“不良企业”)在博弈模型中的策略选择及其均衡状态。而事实上，信贷市场的众多影响因素中，还有政府起着导向性作用。信贷市场上政府“有形的手”可以正确引导商业银行信贷的方向，政府下设的银监会和中国人民银行对商业银行经营业务,资产状况进行监督,在商业银行发展走下坡路时予以帮助。因此，在商业银行的信贷市场中无论是对于商业银行还是对于企业都有监督、扶持、风险规避和预警处理等作用。将政府监管纳入到商业银行的信贷模型中是保证信贷模型有政策依据,贴近现实的重要保证。通过上一章将企业划分为“优秀企业”和“不良企业”并用海萨尼转换将不完全信息的静态博弈转换为完全信息下的动态博弈,得出了商业银行信贷行为的贝叶斯均衡，对商业银行与企业的实际操作具有指导作用。与上一章不同的是三参与者中将采用完全信息的动态博弈,对银行和企业的实际运营更具有指导意义。在三参与者博弈模型中将从另一个角度即企业是否还贷，商业银行是否追债，政府是否积极监管来分析商业银行的信贷行为。

5.1三参与者信贷行为博弈模型假设

(1)商业银行信贷行为博弈中的商业银行、企业和政府都是理性人，其行为最终目的都是谋求自身利益的最大化，最大程度规避风险。

商业银行为了将具贷款止常回收，赚取更多的利息，防止不良贷款的发生，保证其损失的最小化，将会对贷款企业的还贷几率及其还贷金额进行仔细核算、排查风险并寻找其应对企业的最优对策。企业在贷款后为了满足自身发展需要或者由于破产清算等各种原因，会做出有利于自己还贷或不还贷的选择。政府作为国家经济的调控者，他是整体利益的代表，必然做出最有利于大局的选择。

(2)三参与者行为博弈为重复博弈，并且是完全信息动态博弈。某一参与者将可以从前一参与者的策略选择下进行自己的策略选择。作为企业每考虑一次是否还贷都要与商业银行进行一次博弈。政府监管作为辅助补充者，将控制和调解商业银行和企业在博弈中的相互制约。

(3)在该博弈模型中，商业银行信贷行为将是企业、银行、政府依次采取行动，后行为者可以观察到前行为者的行为。

(4)商业银行信贷各参与方有不同的策略选择，三参与者博弈策略集见表5.1。表5.1三参与者博弈策略集

(5)商业银行贷款的还款方式为利息逐期还清，本金到期一次还清。因此，企业在贷款中期不能还款时，实际已偿还了部分利息。

(6)在运行中，企业不能按时还款通常是由于企业投资项目破产，此时采取法律途径必能追回欠款。企业破产法中规定:企业破产后，对于欠款的商业银行以抵押物归还，抵押物不够的，按照比率予以部分清偿。而企业破产后，政府为了安置其下岗职工等社会问题会在监管外给企业一定的社会安置性补偿，该模型假设完全按照法律及现实情况进行信贷行为分析。

5.2三参与者信贷行为博弈模型构建

为了使三参与者信贷行为博弈更加有意义,而不是机械重复两参与者博弈的大部分内容,该博弈模型良好的衔接了上一章关于商业银行与企业是否申贷和是否放贷的分析，阐述了商业银行对企业实行贷款之后，企业是否还贷，商业银行是否追贷，政府对还贷行为是否积极监管的内容和观点。

此次三参与者博弈模型的构建是基于完全信息下动态的重复博弈,从商业银行贷款给企业开始，企业便开始选择是否还贷,而作为下一参与者商业银行则根据前一行为者的决定而选择是否追偿贷款。此时企业作为理性参与者理论上可以分析出商业银行的进一步决策，从而产生自己的决策，政府作为宏观调控者可以参与到博弈行为。

具体参数的设置如下。商业银行贷款的总金额为,贷款利率为，企业运用贷款进行投资、管理的收益率为,当然可能为负。还有一些新的变量出现，商业银行若是在中期发现企业不能偿还贷款，可以选择是否追债，如果商业银行选择追债就必须付出额外的追债成本。

对于企业不还贷,银行有进行不追债的选择，但商业银行作为市场中的一个参与者，这显然不是科学的选择。因此，若是商业银行做此选择必然是其进行追

债要成本很大，或企业的一-些行为所致。 企业也有两个策略选择，还款不还款，若企业选择不还款显然其收益大，损失小，但作为理性的想要持续经营的投资者通常不会选择此策略。因为该策略将要支付一份巨大的额外费用声誉损，这个声誉损失极有可能导致该企业未来无法在该商业银行甚至是其他商业

银行申请到贷款，因此商业银行信贷博弈模型中将,看做一个非常昂贵的成本。

上文中商业银行对于企业的不还款选择不追债，除了追债成本的原因

外，极有可能是企业对商业银行花费了额外的成本迫使商业银行选择不进行

追债。然而，对于企业不还贷款的选择，即使商业银行选择追债或是通过政府的

监管、诉诸法律等途径也未必能追回全部贷款。在模型中，假设追不回来的商业

银行损失的本金比率为。

在现实中，一个正常的企业，尤其是通过商业银行贷款审查的“优秀企业”

通常不会无故不还贷款，必然是在企业经营过程中出现问题，导致破产或一些不

可预见的因素导致其无法按时还款，而这种状况很少在贷款发生的初期出现，一

般是中后期。因此按照模型的假设，贷款利息分期偿还，在企业不能还款前商业

银行会有一定比率的利息收入，该比率为.政府若是选择积极监管，其需要花

费成本，也会获得社会收益。实际运行中，若是企业无法偿还贷款通常寻求破产途径,而企业破产后,政府为了安置其下岗职工等社会问题会在监管外给

企业一定的社会 安置性补偿，我们设该补偿为。当政府进行积极监管时，商业银行诉诸法律途径将会有较少的本金损失，其比率由变为。与之相对，若是政府选择消极监管，则其收益和成本都为0。

由此得出各方收益，对于银行选择贷款给企业，企业选择偿还其贷款，此时银行收益，企业的收益。

对于银行选择贷款给企业，企业选择不偿还其贷款，银行选择不追债则银行

收益,企业的收益。

对于银行选择贷款给企业，企业选择不偿还其贷款，银行选择追债，企业根

据银行的选择而选择偿还贷款时，对于银行选择贷款给企业,企业选择不偿还其贷款,银行选择不追债则银行

收益0 =(ixr-1)xB, 企业的收益Q, =(1+R-ixr)xB-C.-Cw。

对于银行选择贷款给企业，企业选择不偿还其贷款，银行选择追债，企业根

居银行的选择而选择偿还贷款时，银行的收益K, =ixrxB-βxB-C, 企业的收益

K,=(R-ixr)xB+βxB-C。

对于银行选择贷款给企业，企业选择不偿还其贷款，银行选择追债，企业根

据银行的选择而选择不偿还贷款，政府积极监管时，银行的收益

F, =jxrxB-θxB-C,企业的收益F =(R-ixr)xB+OxB-C +0,政府积极监管的收益

就为Rg-Cg-O。.

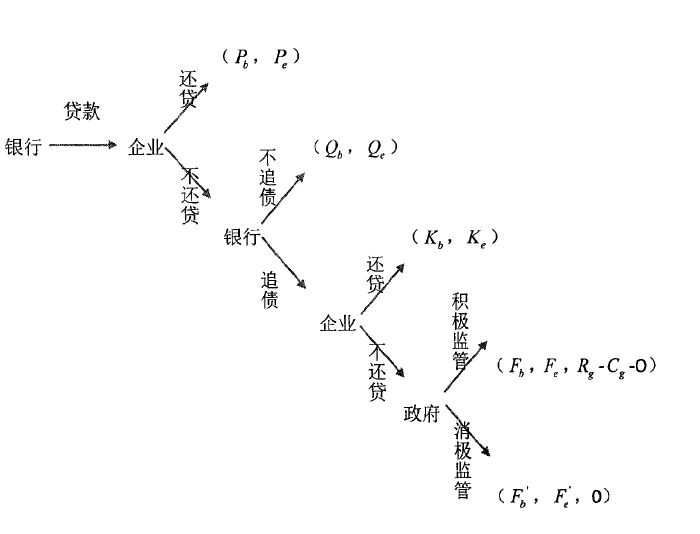
对于银行选择贷款给企业，企业选择不偿还其贷款，银行选择追债，企业根

据银行的选择而选择不偿还贷款，政府消极监管时，银行的收益

F' =(iXr-1)xB-C,，企业的收益F' =(1+R-iXr)xB-Cq,政府积极监管的收益就为0。

根据以上参数及收益需要运用动态博弈树来直观的分析各参与方的行为策

略，进行收益比较，求其均衡。具体动态博弈树，见图5.1.



5.3三参与者信贷行为博弈模型分析

对于.上文中建立的不完全信息的动态博弈模型,我们应用逆向归纳法来求其

子博弈精炼纳什均衡。“逆向归纳法就是给定博弈到达的最后- -个决策结，该决策结上行动的参与人有一个最优选择,这个最优选择就是该决策结开始的子博弈

纳什均衡。若该决策结上的最优行动多于一个，那么我们允许参与人选择其中的

任何一个;若最后-一个局侧着有多个决策结，那么每一个决策结开始的子博弈都

有一个纳什均衡”。从上文所建立的商业银行信贷行为博弈的三方动态模型来看，

我们将从政府的决策集开始，依次对企业、商业银行、企业的决策进行选择。

对于政府的监管来讲，在模型的假设中，我们将其监管社会效益、监管成本

和一些社会福利成本用具体的参数进行代表。但在实际中政府监管所要考虑的因

素远远大于我们的假设，政府在监管时还会综合考忠整体经济的运行状况、市场

的调控程度。在这种情况下，我们只能选取具有代表性的参数对政府的监管方式

进行分析。模型中当政府采取消极监管是，显然其成本收益都为0，政府不需要

花费监管成本,但同时也得不到监管所产生的社会效益。当政府采取积极监管时，

其最终收益即为Rg -Cg-o，在该模型中并没有对Rg、Cg, 与o进行具体的案例分

析，我们也是无法得知在具体的商业银行贷款行为中Rg-Cg-0与0的大小。因

此，在模型初始我们将政府监管做两种情况进行讨论:当Rg≥Cg+o时，政府进

行积极的监管(对于等于0的情况，因为政府非盈利组织，其运行的最终目的一

定是社会效益的最大化，因此在等于0的情况,我们因为假设其会进行积极地监

管);当Rg<Cg+0时，政府进行消极的监管。

当对于政府进行积极监管的选择时，企业根据政府的策略进行策略选择。显

然(R-ixr}xB+θxB- C%g+O>(R-ixr)xB+βxB-C，即F>K，因此在此博弈环节中，

当θ>β+o/B，企业一定是选择不偿还贷款，等待政府的积极监管。而商业银行观察到企业的策略行为后，在进行自己的策略选择。需要将F,和Q。进行比较，即将ixrxB-θxB- C与Q=(ixr-1)\*B进行比较，解得当θ≤1-C/B, F≥Q。,商业银行选择追偿贷款。(对于F=Q的情况，商业银行与企业是对立的双方，在收益一样的情况下，商业银行仍然不希望企业获得更多的收益。) θ>1-C/B，F<Q。,商业银行选择不追偿贷款。对于商业银行的策略行为，企业最为信息最优优势的一方，可以观察到其行为，再次进行选择。此时企业要将F与P进行比较，即(R-ixr)\*B+θxB-C. +0与(R-r)B进行比较，解得θ>（C-o）/B时，F.>P， 企业选择B不偿还贷款，当θ≤（C-o）/B时，F<P，企业选择偿还贷款。(对于企业来说，.B虽然与商业银行是对立的双方,但企业未来的持续经营还依赖于商业银行持续贷款，因此当收益相同的情况下，企业必然更倾向于偿还贷款，得到好的名声。)

因此在此轮博弈中，我们可以得出:当Rg≥Cg +0、θ>β+0 /B、C-o<θ≤1\_C/B

时，企业选择不偿还贷款，商业银行追偿贷款，企业选择不偿还贷款，政府积极

监管: θ≤（C-o）/B时，企业选择偿还贷款。

当Rg≥C+O, θ>β+O/B,θ>（C-o）/B >1-Cs时，我们需要比较Q与P的大小，即比较(1+R-ixr)xB-C-Cw与(R-r)B，当i<1-((Ce+Cw-1)/B)/r时，Q>p，企业选择不偿还贷款。此时的情况便是β>1-C/B、θ>β+O/B、i<1-((Ce+Cw-1)/B)/r， 企业不偿还贷款，银行不追偿贷款。当i≥1-((Ce+Cw-1)/B)/r时,Q≤P,这个策略便是企业偿还贷款。

当F<K，即θ>β+O/B,企业选择偿还贷款，不让政府有机会积极监管。这时我们需比较K与Q，当β<1-C/B台，K>Q，此时企业需要比较K与P，当i<1-((Ce+Cw-1)/B)/r时，K≥P。,此时整体策略为企业不还贷、银行追债、企业还贷。当i≥1-((Ce+Cw-1)/B)/r时，K<P, 企业还贷。

当政府进行消极监管时,企业根据政府的策略进行策略选择,比较F与K的大小，即将(1+R-jxr)xB-C 与(R-r)xB+BβxB-C进行比较，在本模型假设中β为商业银行损失本金的比率，0<β<1， 因此(1+R-ixr)xB-C≥(R-r)xB+βxB-C,,即

F’≥K，因此企业在政府实行消极监管时，其-定选择不偿还贷款。而商业银

行在观测到企业不偿还贷款的策略行为后，比较F’与Q，显然(jxr-1)xB-C, <(ixr-1)xB, F'<Q， 因此，商业银行针对政府和企业的选择是不追偿贷款，企业再次分析到商业银行的选择后比较P与Q，和上段中一样比较

(1+R-jxr)xB-Ce-Cw 与(R-r)B，当i<1-((Ce+Cw-1)/B)/r时， Q.>P，企业选择不偿还贷款。此时的情况便是企业不偿还贷款,商业银行不追偿贷款。当i≥1-((Ce+Cw-1)/B)/r时，Q<P,这个策略便是企业偿还贷款。

5.4三参与者信贷行为博弈模型结论

上文中运用逆向分析法将商业银行信贷行为的三参与者完全信息下动态博

弈进行了分析，其具体的博弈结果如下:

(1)Rg≥Cg+0、F>K>Q>P、 F>K>Q>P。同时成立， 即Rg≥ Cg+O、(C-O<)/B<β≤1-C/B时，企业选择不偿还贷款，商业银行追偿贷款，企业选择不偿还贷款，政府积极监管。F<K,K>Q>P ,F>K>Q>P时，即θ>B+O/B、β<1-C/B、i<1-((Ce+Cw-1)/B)/r时博弈均衡为企业不偿还贷款、银行追偿贷款、企业还贷。

当F<Q、Q>P。时，即β>1-C/B、i<1-((Ce+Cw-1)/B)/r，企业不偿还贷款，银行不追偿贷款。当Q≤P或K≤P或F≤P，即i≥1-((Ce+Cw-1)/B)/r或θ≤(C-0)/B

或i≥1-((Ce+Cw-1)/B)/r时，这个策略便是企业偿还贷款。

(2) Rg<Cg+O、 F'>K>Q>P、 F’>K>Q>R 同时成立，企业选择不偿还贷款，商业银行追偿贷款，企业选择不偿还贷款，政府消极监管，在本模型假设中该情况不存在。F<K、K>Q>P、F'>K>Q>P时，博弈均衡为企业不偿还贷款、银行追偿贷款、企业还贷，这种情况在本模型的假设中不成立。当Q>P

即i≥1-((Ce+Cw-1)/B)/r时 ,企业不偿还贷款,商业银行不追偿贷款。当Q≤P，

i≥1-((Ce+Cw-1)/B)/r.时，企业偿还贷款。

由以上结论可以看出，对于政府积极监管的情况下，商业银行损失本金的比率β与企业不偿还贷款所遭受的声誉损失C。商业银行的追偿债务的成本C。和政府给企业的社会补贴0占商业银行贷款本金B的比率有关，并与C。成正比关系，与Cg和0成反比关系。即商业银行所付出的追偿成本越大,政府对企业福

利补贴越多，商业银行的贷款本金越小。此时商业银行更愿意选择追偿，企业由

于有声誉的损失和社会的收益,综合计算比较选择出是否愿意偿还贷款。企业若

决定不还贷款，其在不还贷款前需要还的利息比率与商业银行的利率成正比，与

企业受到的声誉损失和其迫使银行不追债的成本成反比。也就是说，当利率越小

时，企业需要偿还的利息就越少，此时期声誉损失和花费在商业银行方面的额外

支出就越大。因此，这时企业的选择就要根据其利息的多少和其成本支出的比率

进行综合比较以确定最大收益。其实企业还是有很大的可能性选择在初始的情况

下就偿还贷款，其决策与声誉成本、社会福利、利率水平等多个因素有着数学关

系。从模型中我们可以看出，若是在现实中企业的经营已经到了无法偿还商业银

行贷款的程度，企业基本上偿还贷款的可能性就很小了。毕竟企业不偿还贷款要

支付高昂的声誉损失，直接关乎企业未来的发展。而商业银行从自身利益角度出

发，当其追偿贷款所要支付的费用较高，就如上文中所得到的β>1-C/B，这时商

业银行宁愿不选择追偿贷款。而在这三参与者信贷行为的动态博弈中，当企业不

还债而商业银行对企业追债无效的情况下，政府的积极监管就成了整个博弈的决足首。政府将会损失一部分社会利益以补偿企业因无法偿还贷款而造成的一部分

损失，以平衡商业银行与企业的债权人及债务人的关系。但政府积极监管的作用

并没有大到可以为商业银行收回全部的贷款,而企业由于破产或- - 些原因受到法

律的保护，政府反而会对他们有所补偿。在整个信贷的博弈过程中可以看出，商

业银行相对于企业一直是信息的劣势方，企业有权决定自己是否偿还贷款。在博

弈过程中商业银行可以做出的策略选择要比企业少的多,它只能根据企业的选择

而选择，而政府监管作为一个辅助作用可以对企业有一定的制约作用，但始终无

法让破产企业偿还商业银行的所有贷款。这也是为什么商业银行吝啬将贷款贷给

许多没有保障的中小企业的原因。事实上商业银行对企业的贷款是--个累积的过

程，当它经过第-次贷款发现该企业的信誉较差将会选择不再贷款给它，是一个

动态的过程，一个企业它所贷的款项越多将越难以获得商业银行贷款的青睐。政

府监管对整个信贷市场起着监督、控制的作用，是作为调节整个信贷市场而存在

的。它不会无故对商业银行与企业的信贷关系进行干涉，只是当他们两者在借贷

行为发生问题的时候，政府的积极监管才起到了整个博弈均衡决策者的作用，平

衡双方关系，稳定整个信贷市场和整体的金融稳定。

5.5三参与者博弈模型下商业银行信贷行为仿真分析

根据上文三参与者博弈模型的构建可以得出商业银行在是否追偿贷款方面

的策略选择。为了更直观的阐述商业银行在信贷中的这种行为选择方式，我将运用仿真分析的方式来进行阐述。

同两参与者模型下商业银行信贷行为的仿真,某一企业想要向商业银行贷款

10年金额为1000万元，商业银行的长期贷款利率为6.5%，企业运用贷款进行投

资、管理的收益率为8%,有-定可能不能偿还贷款,商业银行追债成本50万元。

企业若是选择不还贷需要支付声誉损失200万元,企业也可能对商业银行花费了

额外的成本80万元迫使商业银行选择不进行追债。然而，对于企业不还贷款的

选择，即使商业银行选择追债或是通过政府的监管、诉诸法律也未必能追回全部

贷款，在模型中，我们假设追不回来的即商业银行损失的本金的比率为50%。

假设在3年后，企业的资金出现问题宣布破产，不能再偿还贷款。政府选择

积极监管,其需要花费成本300万元，也会获得社会收益400万元,社会安置性补偿，我们设该补偿为50万元。

根据上文中的三参与者博弈树进行分析，因为Rg-Cg-0=50万>0，因此政府积极监管，因为F>K。,因此在此博弈环节中，企业- -定是选择不偿还贷款，等

待政府的积极监管。而商业银行观察到企业的策略行为后,在进行自己的策略选

择。需要将F和Q。进行比较，即将ixrxB-0xB- C与(ixr-1)xB进行比较，得出-530.5>-980.5，因此商业银行选择追偿贷款。此时，企业需要再次进行选择，

比较F,与P，即(R-ixr)xB+OxB-C, +o与(R-r)B进行比较，即看θ与(C-O)/B之间的

0.5>0.03，企业选择不偿还贷款。综合得出，对于以上仿

真分析，各参与方的选择是:企业不还贷，商业银行追贷，企业不还贷，政府积

极监管。因此，商业银行的最终行为策略就是追债，等待企业还贷或是政府的积

极监管以减少其损失。若是商业银行、企业和政府的-些参数设计和数值有了一

定的变化,例如改变- -个参数企业不还贷的声誉损失扩大到600万，明显可以得

出Ff<Pp，此时各参与方选择就是:商业银行放贷，企业还贷。这时商业银行就

可以顺利获取利息收益，不存在损失本金的风险。

上述是针对博弈模型的具体过程进行带入计算,若是直接应用信贷博弈模型

的结论将更加方便。现假设另一个商业银行长期贷款利率为10%，某一企业想要

向商业银行贷款30年金额为5000万元，，企业运用贷款进行投资、管理的收益

率为20%，有一定可能不能偿还贷款，商业银行追债成本50万元。企业若是选

择不还贷需要支付声誉损失2000万元，企业也可能对商业银行花费了额外的成

本1000万元迫使商业银行选择不进行追债。假设追不回来的即商业银行损失的

本金的比率为50%，且政府的设定同上文，当政府积极监管时，其损失本金比率

变为30%。我们可以直接利用博弈模型结论中的8种情况进行带入，直接得出结论。由于β=50%，(C/O)/B= (2000-50) /5000=0.3,C/B=1000/5000=0.2，因此满足

Rg≥Cg+0、(C.-0)/B<β≤1-C/B，即Rg≥Cg+0、 F.>K.>Q.>P、 F>K>Q,>B同时成立，此时整体策略选择为企业选择不偿还贷款，商业银行追偿贷款，企业

选择不偿还贷款，政府积极监管。

总而言之，根据三参与者博弈模型下商业银行的信贷博弈模型所研究出的8

种情况，可得出商业银行不同的策略选择,这对于商业银行正确分析信贷市场、做出信贷决策有良好的指导意义。

5.6本章小结

在三参与者动态博弈模型中,商业银行与企业的决策是根据参数比较所得结

果的不同而决定的,根据上文的构建分析分别可以得出八种不同的情况。当企业

基于三参与者博弈分析商业银行的信货行为,不还债而商业银行对企业追债无效的情况下，政府的积极监管就是整个博弈的决定者。政府将会以损失一部分社会利益为代价去补偿企业因无法偿还贷款而造成的一部分损失，进而达到平衡商业银行与企业的债权人及债务人的关系的目的。

本章着重介绍了在三参与者完全信息动态博弈下商业银行、企业、政府监管在不同状况下的策略选择及其相互作用的过程。

简单线性回归分析是以统计线性模型的形式研究一个随机变量(因变量)与一个非随机变量(自变量)之间的线性相关关系。也就是说，当总体中和之间的关系表现为直线相关形式时，可以用如下线性统计模型表示其样本数据与之间的关系，即

****

**其中:** **表示因变量****的第个观测值;**

**表示自变量****的第个取值:**

**表示模型的截距，其是个总体参数，称回归参数;**

**表示模型的斜率，其是个总体参数，称回归参数;**

**表示对应于****的第个观测值****的随机误差，其是个随机变量。**

**根据简单线性回归模型的假设，****是个服从正态分布的随机变量，其有数学期望值, 方差，简记为。**

**根据样本资料**,运用最小二乘法，我们可以看到的预测模型：

**其中：**

****

**方差的无偏估计量，即估计标准误是：**

****

当变量**时，其因变量的值是：**

****

**如果我们以为的点预测量，则由此产生的预测误差是：**

****

**对预测误差求数学期望和方差得：**

****

****

**因为和都是服从正态分布的随机变量，所以预测误差也是服从数学期望值为零，方差为的正态随机变量。当未知时，用代替，并记作。根据分布原理，服从自由度的分布。**

**当置信度为时，现金流量的置信区间是：**

****

**参考文献**

[1] 郭迎春. 提升小微企业获得信贷便捷度需抓实“三个优化”[J]. 农村金融时报2020-08-24

[2] 张宇润，张强. 微企业融资困境及对策研究[J]. 蚌埠学院学报2020-08-2

[3] 马千贺. 基于博弈论的我国商业银行信贷行为及信贷策略研究 [J]. 东北大学 2014-06-01