

对于中小微企业的风险评估以及信贷策略

摘要

本文主要解决了银行针对中小微企业的信贷策略的规划问题。信贷决策需要银行结合进、销项发票，风险评级等多项数据后在对企业进行综合评价之后做出是否放贷、贷款数额、贷款利率等信贷策略的规划。除此之外，本文还解决了在面对突发因素，例如新冠疫情时的调整策略，使银行在不影响自身收益的条件下，对中小型企业实现帮扶。本文的研究对银行的信贷收益和策略制定效率具有现实意义和推广意义。

针对问题一，根据题目要求，首先对企业的信贷风险进行量化分析，本文选取了企业的发展潜力、利润总额、最大可流动资金以及对上下游企业影响力作为企业实力方面的评价指标，选取了企业的信誉评级以及企业是否违约作为企业信贷风险的评价指标进行**综合评价**，并利用**熵权法**算出各项指标的权重，最后算得信贷风险量化得分。依据该得分，对企业贷款数额进行按比例分配以此确定贷款额度，并在此基础上，以一年期限内银行对企业放贷的最大利润为目标函数，对各个企业所设置的贷款利率为决策变量，建立**单目标的非线性最优化模型**，由此确定对每家企业的贷款额度以及年利率，具体贷款策略见附件 1。

针对问题二，分析可得，问题二是建立在问题一的基础之上的，两题目的要求与条件大致相同，只是问题二中缺少企业信誉等级以及是否违约的数据，因此本文利用附件 1 中的 123 家企业数据为样本进行基于**决策树模型**的机器学习，利用得到的模型对附件 2 中的 302 家企业信誉评级以及是否违约进行预测。获得预测结果后，由于问题二中评价指标与问题一中一致，故再次利用问题一中的评价方法与最优化模型对一亿总资金进行信贷策略规划，最终求得其期望收益为 3973058.78 元，具体分配策略见附件 3。

针对问题三，本文首先对突发因素的特点和种类进行分析，最终选取了最后代表性和现实意义的以**新冠肺炎疫情**作为代表，分析在其影响下信贷策略应做出的调整。查阅多份报告与年鉴后发现企业所属行业类型不同则受到的影响不同，因此本文将 302 家企业划分为 11 个行业大类，根据企业所处行业在 2020 年受到疫情影响的增速变化作为一个新的风险评价指标加入问题一的评价模型中；同时考虑到国家对于中小企业的帮扶政策，将信贷利率范围调整为 3.5%~14.5%。调整后即可在问题二的基础上建立考虑了突发因素影响的信贷决策规划模型，并且进行求解，具体信贷策略见附件 4，最终求得一年后期望收益为 3975884.96，此时的平均贷款利率为 4.9750%，相较于第二问收益提高利率下降，可以帮助众多中小企业渡过难关。

关键词：综合评价 熵权法 单目标非线性优化 决策树模型 新冠肺炎疫情

一、问题重述

1.1 问题背景

中小微企业是推动国民经济发展，构造市场经济主体，促进社会稳定的基础力量。它们确保国民经济适度增长、缓解就业压力、实现科教兴国、优化经济结构等方面发挥着越来越重要的作用。但是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等方面对其信贷风险做出评估并确定信贷策略。根据实际和附件中的数据信息，建立数学模型研究银行对中小微企业的信贷策略。

1.2 问题重述

1. 附件 1 给出了 123 家有信贷记录企业的相关数据，附件 3 给出 2019 年贷款利率于客户流失率之间关系的统计数据。针对这些数据进行量化分析企业的信贷风险，并给出银行在年度信贷总额固定的条件下，对这些企业实施的信贷策略。
2. 附件 2 给出了 302 家无信贷记录企业的相关数据，要求在问题 1 的基础上，对这些无信贷记录企业的信贷风险进行量化分析，并确定银行在年度信贷总额为 1 亿元的情况下的信贷策略。
3. 由于企业的经营生产会受到一些突发因素的影响，这些因素往往会对企业的信贷风险造成一定影响。因此要求将可能的突发因素纳入考虑，再次调整银行在年度信贷总额为 1 亿元的情况下的信贷策略。

二、问题分析

2.1 问题一的分析

问题一要求对有信贷记录的 123 家企业的信贷风险进行量化分析并确定相应的信贷策略。对企业的信贷风险，从企业实力以及信誉两方面考虑评价指标。因此本文选取了企业的发展潜力、利润总额、最大可流动资金以及对上下游企业影响力作为企业实力方面的评价指标，选取了企业的信誉评级以及企业是否违约作为企业信誉方面的评价指标。根据题意确定指标的计算方法后，采用熵权法对上述六个评价指标计算权重，得到每家企业的信贷风险量化得分。依据该得分，本文对 123 家企业的信贷风险能力进行了评估。在此基础上，以银行对企业放贷的最大利润为目标函数，建立起单目标的非线性最优化模型，由此确定对每家企业的贷款额度以及年利率。

2.2 问题二的分析

问题二要求在问题一的基础上，对附件 2 中 302 家无信贷记录的企业进行量化分析。由于这些企业没有信贷记录，对附件 1 中 6 个指标进行相关性分析，得到信誉与实力指标之间存在一定的相关性。因此考虑使用决策树模型和深度学习算法，利用附件 1 中的信誉记录以及实力的 4 项指标作为训练集，再计算出附件 2 这 302 家企业的实力 4 项指标作为测试集，对 302 家企业的信誉评级与是否违约做出预测。

通过预测得到的信誉评分以及实力指标的评分，利用问题一的信贷风险评估模型，计算企业的信贷风险得分。对于低分企业则不予考虑贷款。通过单目标非线性最优化模型，计算出企业相应的贷款额度以及贷款利率。

2.3 问题三的分析

问题三考虑到企业的实际经营将受到突发因素的影响，本文考虑了疫情背景下对于企业生产的不同影响，以及针对疫情下企业经营困难的问题，下调信贷的利率的政策。基于上述两个因素，对问题一中的模型进行改进。由于疫情背景下不同行业利润增速下滑程度不同，将 302 家企业按行业分类，将疫情下企业利润增速下滑的百分比作为第 7 个评价指标并入企业信贷风险得分的计算中；对于银行下调信贷利率，则在最优化求解银行收益时调整。在问题二中已得到无信贷企业的其他 6 项指标，加上受疫情影响的利润增速下滑比率作为第 7 项指标，使用熵权法对调整后的指标重新计算信贷风险得分。再根据疫情国家对企业的支持鼓励政策对问题一中的单目标非线性优化模型中的利率上下界进行一定的下调，计算出银行应对疫情背景下给予各企业的贷款额度和贷款利率。

三、问题假设

1. 假设各企业于年末一次性完成还贷，不提前且不拖欠。
2. 假设贷款总额固定时需要将所有资金全部分配。
3. 假设贷款策略在制定好后一年内不能调整。
4. 假设未来疫情对行业影响程度与 2020 年相同，对企业一年内每月利润的影响相同。
5. 假设疫情对同一行业内企业的风险影响大致相同。

四、符号说明

符号	含义说明	单位
r	企业利润月增长率	-
A	企业经营能力	-
w	企业日利润	元
W	企业利润总额	元
C_{max}	企业最大可流动资金	元
C_{up}	与上游企业交易额	元
C_{down}	与下游企业交易额	元
I	上下游企业影响力	-
F	企业信誉评分	-
D	企业违约评分	-
M	企业信贷额度	元

表 1：符号说明

五、问题一

5.1 信贷风险评价模型的确定

5.1.1 数据预处理

附件1中有关于企业的信誉信息以及进项销项发票信息。在实际生活中，银行对于信誉评价为D的企业原则上不予放贷，因此对于信誉为D的企业不进行信贷风险的评估。同时，在进项销项发票信息中存在作废发票的记录，作废发票是因故取消该项交易后发票作废产生，因此考虑删除作废发票的记录，仅保留有效发票的数据对信贷风险进行评估。

5.1.2 评价指标的确定

根据参考文献可知，评价指标用于刻画被评价对象的特征或属性。每一项所选取的评判指标均从不同方面反映评价对象所具有的某种特征大小的一个度量。而在多个评价指标构成的指标体系时，构建评价指标体系的原则在于：系统性、科学性、可比性、可测性和独立性。

根据此原则，进行数据预处理之后，根据题干给出信息，考虑从企业的实力以及信誉两方面对其信贷风险做出评估。对于企业的实力，选择了企业的经营能力、利润总额以及最大可流动资金量以及企业对上下游企业的影响力这四个一级指标进行评估；对于企业的信誉，考虑从企业的信誉评级和是否违约这两个一级指标进行评估。

1. 企业经营能力

由于附件中仅给出了进项以及销项发票的数据，因此考虑将每天销项发票金额减去进项发票的全部金额作为该天的利润。以月作为时间点，计算得出企业每月的总利润。设基准时期的利润额为 T_B ，下文简称为基期；设相应的报告期的利润额为 T_R 。附件中给出的月份存在不连续的情况，因此对于基期与报告期的选取，选择非0利率额的月份，忽略利润额为0的月份。

考虑基期与报告期的利润额正负情况不定，设月利润增长率为 r ，其公式如下：

$$r = \begin{cases} (\frac{T_R}{T_B} - 1) \times 100\% , T_B > 0 \\ (1 - \frac{T_R}{T_B}) \times 100\% , T_B < 0, T_R < 0 \end{cases} \quad (1-1)$$

得到月利润增长率之后，使用月增长率的平均值评估企业的经营能力。设第 i 家企业的经营能力为 A_i ，这家企业统计数据得到有 n 个月利润增长率，则对经营能力的计算公式如下：

$$A_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_j \quad (1-2)$$

2. 利润总额

使用每家企业进项销项发票的数据计算出日利润，设第 k 天的日利润为 w_k ，统计得该家企业数据中共有 m 天的进项与销项发票记录。设该企业的利润总额为给定的数据中的所有日利润的累加总额，记为 W 。每家企业的进项销项发票的数据量不同，考虑为企业的体量不同。对于第 i 家企业的利润总额表示如下：

$$W_i = \sum_{k=1}^m w_k \quad (1-3)$$

3. 最大可流动资金

对于一家企业来说，其可流动资金的多少也是评判企业实力的一项指标。因此本文将企业进项发票上金额视为企业的支出金额，在该企业所有的有效进项发票中，将数额最大的进项发票记录作为企业的最大可流动资金进行评估，记为 C_{max} 。

4. 上下游企业影响力

上游企业着重于生产原材料和初等产品，而下游企业会对原材料进行处理与加工。企业对上下游企业的影响力，取决于它与多少家上下游企业有合作关系以及它们进行交易的金额大小。因此考虑统计出每家企业所对应的上游企业数量、上游企业交易总额，下游企业数量、下游企业交易总额作为上下游企业影响力这个一级指标的二级指标。并采用熵权法进行权重的求解。

5. 信誉评分

在附件 1 的企业信息中给出了这 123 家企业的信誉评级，企业之前的信誉评级将作为该企业信誉的重要指标。在数据中存在一些企业的信誉评级为 D ，对这些企业在原则上不考虑对其放贷。因此只考虑信誉评级为 A, B, C 的企业评估其信贷风险。设第 i 家企业的信誉评分为 F_i ，参考中国农业银行的企业信用等级评分，将评级为 A 的企业信誉评分为1.0、评级为 B 的信誉评分为0.85、评级为 C 的信誉评分为0.7。

6. 违约评分

企业在申请信贷之前是否有过失信记录也被纳入企业信誉的考虑，将是否违约设为0-1 变量，记第 i 家企业的违约评分为 D_i 。若企业没有违约，则其违约评分为1；若企业有过违约记录，则其违约评分为0。

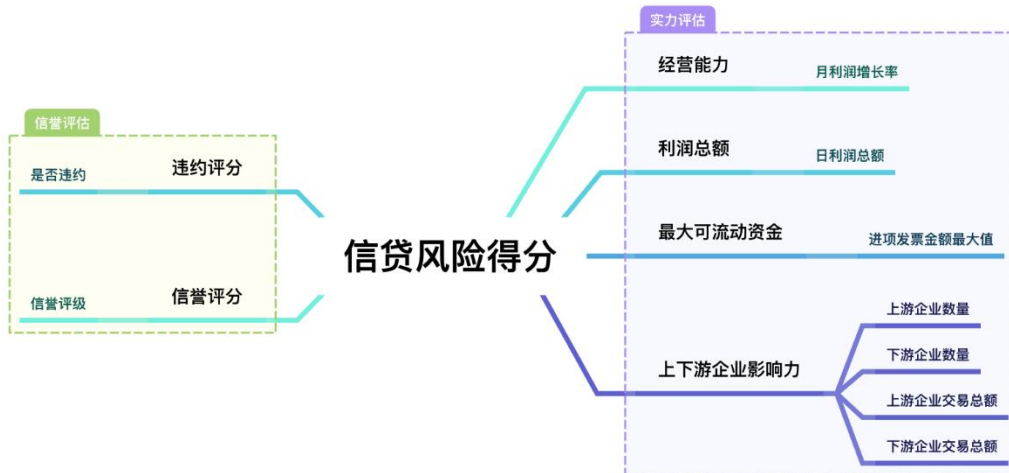


图 1：信贷风险评价模型

5.2 信贷风险评价模型的求解

5.2.1 评价指标的求解

1. 经营能力

对于企业每月的利润总额求解月利润增长率，忽略数据中未给出月份的利润总额，

得到经营能力前十的企业编号如下：

企业编号	经营能力得分
E68	1
E42	0.546355
E4	0.482684
E96	0.395668
E38	0.361103
E39	0.347886
E15	0.291944
E30	0.233217
E50	0.222084
E70	0.221185

表 2：经营能力前十的企业

2. 上下游企业影响力

上下游企业影响力的二级指标为每家企业所对应的上游企业数量、上游企业交易总额，下游企业数量、下游企业交易总额。设上游企业数量为 m ，下游企业数量为 n ，上游企业交易总额为 C_{up} ，下游企业交易总额为 C_{down} 。设上下游企业影响力为 I ，对这四个二级指标进行熵权法计算权重，得到上下游企业影响力的表达式如下：

$$I = 0.12644m + 0.240781n + 0.389955C_{up} + 0.242822C_{down} \quad (1-3)$$

5. 2. 2 信贷风险得分的确定

综合以上 6 个一级指标计算信贷风险得分，考虑使用熵权法计算指标的权重。熵权法作为客观赋权方法，相对于主观赋权法更具有可信度以及精确度。能深刻反映出指标的区分能力，进而确定权重。它根据信息熵的定义，对于某项指标，可以用熵值来判断某个指标的离散程度，其熵值越小，指标的离散程度越大，该指标对综合评价的影响（即权重）就越大，如果某项指标的值全部相等，则该指标在综合评价中不起作用。

对 6 个指标使用临界值法进行归一化处理，使用公式如下：

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij} - \min(a_j)}{\max(a_j) - \min(a_j)} \quad (1-4)$$

其中 a_{ij} 表征第 i 家企业的第 j 个指标， a'_{ij} 表征归一化后的指标； $\max(a_j)$ 表征第 j 个指标的最大值； $\min(a_j)$ 表征第 j 个指标的最小值。

设第 i 家企业的第 j 个指标的比重为 b_{ij} ，表达式如下：

$$b_{ij} = \frac{a'_{ij}}{\sum_{i=1}^{123} a'_{ij}} \quad (1-5)$$

对于第 j 个指标的信息熵为：

$$e_j = -K \sum_{i=1}^{123} b_{ij} \ln b_{ij}, K = \frac{1}{\ln 123} \quad (1-6)$$

因此可计算出各指标的权重为：

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^6 1 - e_j} \quad (1-7)$$

设信贷风险得分为 S ，利用熵权法计算得出其表达式为：

$$S = \sum_{j=1}^6 w_j b_{ij} \quad (1-8)$$

根据上述公式，计算得出信贷风险得分的各项指标权重如下：

F	D	A	W	C_{max}	I
0.004296	0.013554	0.006921	0.006565	0.474962	0.493699

表 3：信贷风险指标权重

根据每家企业的信贷风险得分，本文对 123 家企业的信贷风险进行了评价。企业的信贷风险得分越高，表示该家企业申请信贷成功的可能性越高，越值得银行对其放贷。其中得分前五的企业为：

企业编号	信贷风险得分	企业编号	信贷风险得分	企业编号	信贷风险得分
E1	0.821983	12	0.184546	E75	0.148167
E4	0.524431	E2	0.174441	E96	0.123466
E5	0.350021	E57	0.164723	E21	0.113619
E8	0.346852	E13	0.154175	E6	0.113353
E20	0.305462	E19	0.151167	E7	0.11122

表 4：信贷风险得分前五的企业

5.3 信贷策略制定

5.3.1 相关参数的确定

1. 贷款数额

问题一要求给出银行在年度信贷总额固定时的信贷策略。对此本文将银行对企业的信贷策略分为给予企业的贷款额度以及年利率大小两方面进行考虑。对于给予企业的贷款额度，考虑在银行年度信贷总额固定时的企业贷款额度占比。由于第 i 家企业的信贷风险得分为 S_i ，设第 i 家企业所获得贷款额度为 M_i ，其计算式如下：

$$M_i = \frac{S_i}{\sum_{j=1}^{123} S_j} \quad (1-9)$$

企业贷款额度占比则基于信贷风险评价模型进行考虑，因此得到所有企业的贷款占比情况，结果放入附录 1 中。其中企业贷款占比前五的企业比率为：

企业编号	信贷占比	企业编号	信贷占比	企业编号	信贷占比
E1	0.107038	E12	0.024031	E75	0.019294
E4	0.068291	E2	0.022716	E96	0.016078
E5	0.04558	E57	0.02145	E21	0.014795
E8	0.045167	E13	0.020077	E6	0.014761
E20	0.039777	E19	0.019685	E7	0.014483

表 5：信贷占比前五的企业

这 15 家企业占 123 家企业的12%，但是对于银行提供的信贷贷款额度的占比总和已达到49.3223%。这说明只有少部分的有实力、信誉好的企业才能拿到较高的贷款额度。

2. 贷款利率

设第 i 家企业申请的信贷金额为 $loan_i$ ，第 i 家企业的信贷风险得分越高，则该企业的信誉与实力就越好，可以投入更多资金， $loan_i$ 就越大。

由于贷款数额已经确定，若要使得银行经过一年的投资后获得总收益最高，需要对贷款利率进行合理的设置，设则第 i 家企业提供的贷款利率为决策变量，设为 x_i ，取值范围为4%~15%。

$$0.04 \leq x_i \leq 0.15 \quad (1-10)$$

3. 客户流失率

由附件 3 可得，对不同信誉等级的企业设置不同的贷款利率 x_i ，其对应的客户流失率 $loss_i$ 会随之变化，故对不同信誉等级下贷款利率与客户流失率的关系用函数曲线进行拟合，对比不同 1、2、3 不同次数的拟合曲线，得出三次拟合曲线效果最好，拟合效果如下图所示。

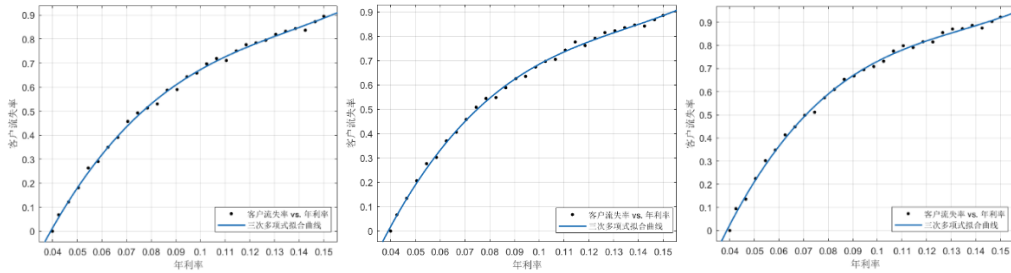


图 2：信誉等级分别为 A,B,C 的客户流失率拟合曲线

观察可得拟合效果良好，故设三次曲线表达式为 $loss = ax^3 + bx^2 + cx + d$ ，则不同信誉等级下的拟合函数系数分别为：

信誉等级	拟合三次多项式曲线各项系数			
	a	b	c	d
A	640.94	-258.57	37.97	-1.12
B	552.83	-225.05	33.99	-1.02
C	504.72	-207.39	32.16	-0.97

表 6：拟合曲线系数表

设置某一企业贷款利率 x_i 后，再查询该企业的信誉等级，即可通过上述拟合函数求得该条件下的客户流失率 $loss_i$ 。

5. 3. 2 基于非线性规划的最优值模型的确定

根据题意可知，第一问需要制定最优的信贷策略使得在一年的时间内，银行收益即贷款总利息最高，设贷款总利息为 Z ，则总利息 Z 可表示为：

$$Z = \sum_{i=1}^{123} loan_i(1 - loss_i) \cdot (1 - x_i) \quad (1-11)$$

其中 $loan_i(1 - loss_i)$ 为款项贷出的预计收益， $(1 - x_i)$ 为去除流失客户后的客户留存率即贷款成功概率，两者相乘即为总收益。

若使银行做出最佳的信贷策略，则将银行所贷出资金的利息最大值作为目标函数，结合式(1-9)和(1-10)建立单目标非线性优化模型如下：

$$\begin{aligned} & \min Z \\ & s.t. \begin{cases} 0.04 \leq x_i \leq 0.15 \\ i = 1, 2, \dots, 123 \end{cases} \end{aligned} \quad (1-12)$$

整体分析策略如下图所示：

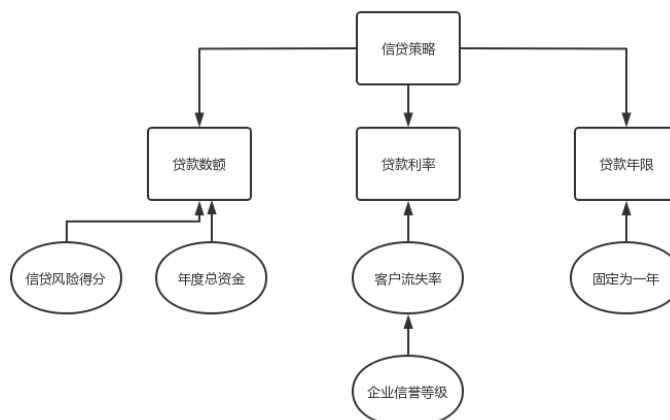


图 3：信贷策略决定模型

5.3.2 基于非线性规划的最优值模型的求解

根据上述模型求得在银行贷款总利息最高时的信贷策略，即对 123 家中小微企业的贷款数额以及贷款利率的设置，结果放入附录 1 中。对于可申请信贷的企业所设置的年利率在 4.2682%~6.0896% 内。对于不够申请信贷的企业年利率为 0，贷款额度也为 0。对于银行给定利率最高的 15 家企业如下：

企业编号	年利率	企业编号	年利率	企业编号	年利率
E83	0.060896	E5	0.059331	E53	0.057083
E77	0.060875	E72	0.058762	E75	0.056674
E62	0.060785	E69	0.058529	E30	0.056611
E92	0.060267	E4	0.05767	E78	0.056228
E3	0.059548	E55	0.057478	E33	0.056167

表 7:利率最高的 15 家企业

按照此信贷策略实施企业的信贷分配，在银行年度信贷总额固定的情况下，其期望收益为 4.027103%。

六、问题二

6.1 对企业信誉的预测

6.1.1 指标间相关性分析

附件 2 的 302 家企业没有相应的信贷记录，这种情况可能出现在第一次进行信贷的新兴中小微企业上，是十分普遍的情况。由于这些企业没有信贷记录且只有相应的进项销项发票记录，因此考虑对问题一中模型的六个一级指标进行相关度分析。利用皮尔逊相关性分析得出，指标之间存在一定的相关性，则可考虑以实力的四个一级指标为基础，

分别是经营能力、利润总额、最大可流动资金以及上下游企业影响力，对企业的信誉评级和是否违约做出预测。

6.1.2 决策树算法进行预测

由于信誉评级由 A, B, C, D 确定的，因此对无信贷记录企业的信誉预测属于多分类问题。本文考虑使用决策树算法进行预测。对于决策树而言，每一个叶子节点都是一个决策。决策树算法则是从训练集中，归纳出一组具有与训练数据矛盾较小分类规则的决策树。决策树通过递归生成，因此其分类精细。考虑使用附件 1 中的信誉评级以及实力的 4 项指标作为训练集，再计算出附件 2 这 302 家企业的实力 4 项指标作为测试集，对 302 家企业的信誉评级做出预测。

对于是否违约的预测，使用的训练集和测试集同信誉评级，使用装袋法处理。

装袋法通过自助法抽样 n 个样本，建立 n 棵高方差的决策树，不必剪枝。对于上述的分类问题， n 个分类结果投票选最多的即可。 n 值过大也不会造成过拟合的情况。通过预测得到的 302 家企业的信誉评分以及实力指标的评分放入附录 2 中。机器学习的验证方法采用的是 2 折交叉验证法。

6.2 基于问题一模型的求解

通过对无信贷记录企业的信誉评分进行预测，以及利用这些企业关于实力的 4 项指标数值，基于问题一的信贷风险评估模型，可以计算出 302 家无信贷记录企业的信贷风险得分。对于低分企业则不予考虑贷款。

银行对于中小微企业的信贷额度在 10~100 万，且银行的年度信贷总额为 1 亿元。对于计算评分算出的贷款占比大于 1% (100 万) 的企业，对其发放的贷款额度为 100 万；对于计算的贷款占比小于 0.1% (10 万) 的企业，考虑不对其发放贷款。对于贷款在 1%~0.1% 之间的企业再依据其贷款占比，对剩下的信贷额度进行分配。设第 i 家企业的贷款占比为 r_i ，其获得的信贷额度为 C_i (单位：万元)

$$C_i = \begin{cases} 100, & r_i > 1\% \\ 10000r_i, & 0.1\% \leq r_i \leq 1\% \\ 10, & r_i < 0.1\% \end{cases} \quad (2-1)$$

2018 年底统计，我国共有中小微企业约 8000 万户，提供就业岗位约 4 亿，扶持中小微企业就是稳定民生，是涉及国本的大政。为减轻过去经营状况良好，或发展潜力看好的中小微企业主渡过难关，近年来国家和各地方政府都出台了大量帮扶措施，涵盖货币、财政、银税等优惠和补贴政策。

因此银行更倾向于对信誉状况良好的企业分配更多的贷款，恰好用完年度信贷总额 1 亿元，也使银行收益最大化。通过单目标非线性最优化模型，即式 (1-11)，计算出企业相应的贷款额度以及贷款利率。

6.2.1 信誉预测分析

对 302 家无信贷记录的企业进行信誉评级的预测，采用决策树算法，利用交叉验证法对模型准确率进行分析。正类分别为 A, B, C, D 评价下对应的 ROC 曲线如下：

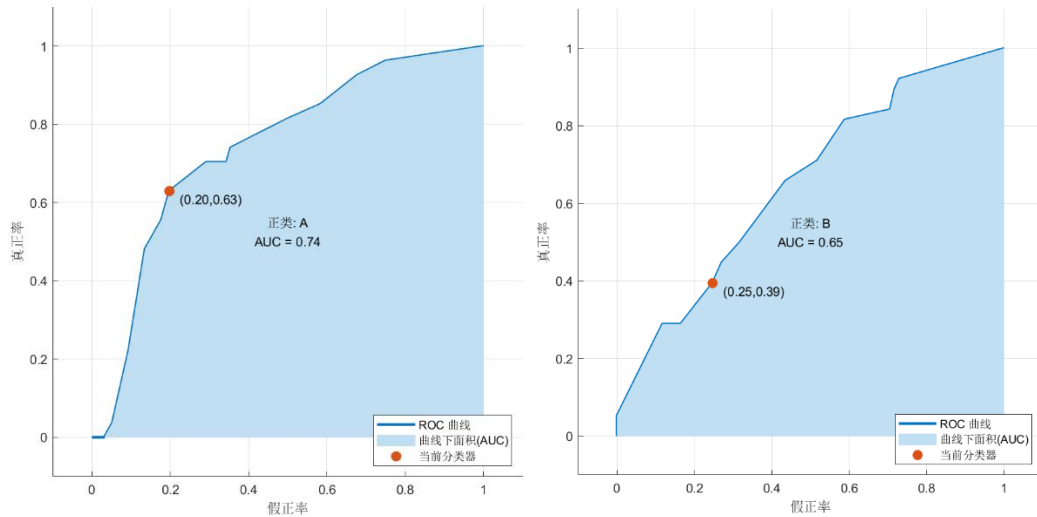


图 4：正类分别为 A, B 时的 ROC 曲线

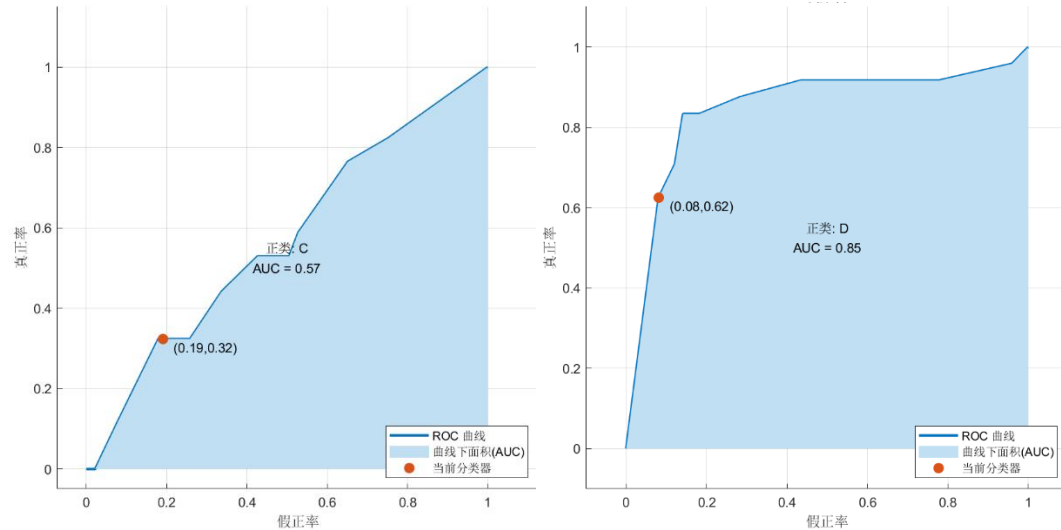


图 5：正类分别为 C, D 时的 ROC 曲线

对上图进行分析，该算法对于极端的评价(A, D)分类较好，对于正类为D的ROC曲线下的面积，即 $AUC=0.85$ ，说明其分类的效果很好。但是对中间评价(B, C)的分类稍逊一筹，其AUC在 0.6 左右波动。但是四类评价的AUC面积均大于 0.5 以上，说明分类具有一定的实用价值，比进行随机分类更准确。

以现已有信贷记录的企业的发展潜力、利润总额、最大可流动资金、上下游企业影响力与是否违约的数据作为训练集，以预测得到的无信贷记录的 4 项指标作为测试集使用装袋决策树算法进行是否违约的分类。得到的分类分别为是、否的ROC曲线如下：

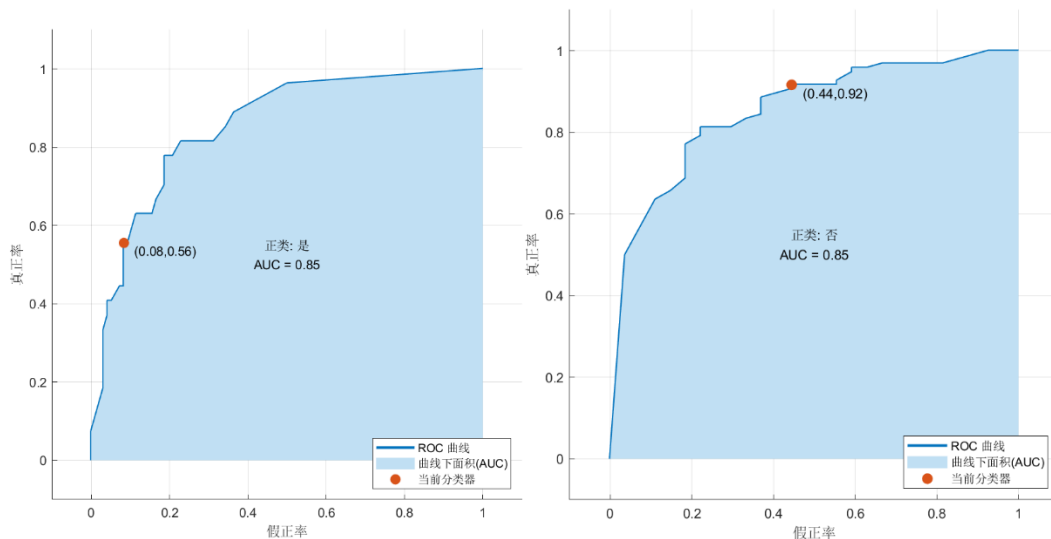


图 6：正类分别为是、否下 ROC 曲线

对于是否违约的判定， $AUC = 0.85$ ，说明对于该项指标的分类的效果是比较好的。对于无信贷记录的企业来说，它们没有以往的信誉记录作为评判标准，但是可以依据有信贷记录的企业的一些特征，再根据企业所提交的进项销项发票记录，去对其信誉评级和是否违约进行预测。对于 302 家无信贷记录企业的信誉预测结果放入附录 2。

6.2.2 信贷策略选择

问题二针对于信贷策略的制定，基于问题一的信贷风险评估模型以及单目标非线性最优化模型，即式(1-12)。对于预测的信誉指标以及给定的实力指标，对每家企业利用熵权法进行得分的计算。根据式(1-4)，(1-5)，(1-6)和(1-7)，计算得出信贷风险得分的各项指标权重如下：

F	D	A	W	C_{max}	I
0.027572	0.086619	0.059681	0.094822	0.003514	0.727788

表 8：信贷风险指标权重

根据式(1-8)，得到各企业的信贷风险得分。对于银行来说，要根据企业的信贷风险得分为其分配相应的贷款额度。分配策略根据式(2-1)进行分配。由于银行的年度信贷总额为 1 亿元，因此将其分配给信誉评分合格的企业，对于企业的评分以及分配贷款额度的结果于附录 3 中。其中分配贷款额度最高的 20 家企业如下：

企业编号	企业信贷额度	企业编号	企业信贷额度
E125	1000000	E238	592849
E124	988236	E131	588175
E273	826507	E175	567311
E194	720661	E134	565916
E167	710100	E187	564307
E129	686466	E191	526004
E127	670197	E171	521737
E193	633428	E141	515683
E126	616739	E162	496457
E197	599177	E209	495041

表 9：贷款额度最高的 20 家无信贷记录的企业

根据问题一模型求得在银行贷款总利息最高时的信贷策略，即对 302 家中小微企业的贷款数额以及贷款利率的设置，结果放入附录 3 中。对于可申请信贷的企业所给予的年利率在 4.5590%~6.1324% 以内。对于这 302 家企业，其利率的平均值为 4.9168%，相对来说较低。

对于不够申请信贷的企业年利率为 0，贷款额度也为 0。对于银行给定利率最低的 15 家企业如下：

企业编号	年利率	企业编号	年利率	企业编号	年利率
E324	0.045590	E217	0.046026	E190	0.046187
E172	0.045761	E391	0.046054	E179	0.046203
E295	0.045792	E216	0.046060	E260	0.046213
E148	0.045972	E280	0.046077	E169	0.046219
E372	0.046012	E275	0.046143	E152	0.046246

表 10:利率最低的 15 家企业

按照此信贷策略实施企业的信贷分配，在银行年度信贷总额为 1 亿元的情况下，其期望收益为 3973058.78 元。

七、问题三

7.1 突发因素对信贷策略的影响

7.1.1 突发因素的界定

问题三要求结合突发因素对企业造成的影响，对问题二中所得到的信贷策略进行调整。突发因素的形式和种类很多，几乎每一次不同事件的发生，由于环境和原因各异，都有其各自的特殊性。例如：社会结构急剧变化、全球性竞争趋势、政策倾向改变、突发疫情、产业升级更新迭代等。本文对企业所可能面临的突发因素进行分类：

1. 不可抗逆因素：由于企业外部的自然环境发生改变给企业带来的危机事件，例如企业遇到了地震、洪水、台风、战争、政变等因素，这些因素都能够使企业陷入危机当中。例如 08 年南方冰冻大灾致使国家电网陷入危机当中

2. 社会公共卫生危机事件：社会公共卫生危机事件是指造成或者可能造成社会公众身心健康严重损失的重大传染病，在此类事件发生的时候由于公众的恐慌心里，很容易对相关的企业造成误解和排斥，致使企业走向危机，也会导致居民收入收到影响，消费水平降低。例如去年的非洲猪瘟事件致使很多的养殖企业生存的非常困难，又如 2003 年的非典以及如今的新冠疫情，对企业的影响都十分严峻。

3、代言人或领导不当言行引发的品牌危机：

当企业聘用代言人的时候，代言人的言行举止就和企业的品牌形象紧密的联结在一起了。代言人的不当言行甚至是犯罪行为，常常导致企业的品牌形象受连带风险，造成品牌危机，这样案例在生活当中数不胜数，例如杜嘉班纳辱华事件等，对企业名誉造成严重损害，收益严重下滑。

但是突发事件也有其共同的基本特点：

1、突然性。突发事件是通过一定的契机诱发的。而这种契机以什么方式出现,什么时候出现,则是偶然性的,这也决定了突发事件的具体时间、实际规模、具体态势和影响深度,是难以完全预测的。

2. 破坏性。不论什么性质和规模的突发事件,都会对人民、企业甚至是国家造成严重的损失。以自然灾害给国家和企业造成的损失为例,一次洪水过后,会使很多货物流失,企业经济受损严重,甚至面临破产和倒闭。

7.1.2 突发因素的选取及分析

在分析企业可能面临的各类突发因素后,考虑到近期的企业经营形式与所处环境,本问选取比较有现实意义和代表性的突发因素——新冠疫情以及新冠疫情带来的政策倾斜这两方面对企业所面临的风险以及未来的收益进行适当调整,利用调整后的数据再次用问题二中的模型进行贷款数额的分配和贷款利率的修改。

1. 疫情对企业经济效益影响

由于疫情对消费的限制,大部分中小企业受疫情影响严重,许多企业连续亏损,面临破产威胁,对比19—20年即疫情前后不同行业微小企业的存活率,可以看出,受到疫情冲击后微小企业存活率均有下降,行业形式紧张,受影响程度明显。

从GDP角度分行业看,受影响程度:住宿餐饮>建筑业>批零贸易>交运仓储>制造业>房地产>租赁和商务>农林牧渔>金融>信息技术。对2020年一季度的GDP进行分析,新冠疫情对第三产业和第二产业的负面影响更大。从我国2020年一季度实际GDP同比增速来看,实际GDP增速整体下滑6.9%,三大产业中,第二产业同比下滑幅度最大,达到9.7%,第三产业下滑5.4%次之。二产中,建筑业同比下滑18.2%,工业当中制造业同比增速下滑10.1%,增速均低于二产整体。三产中,信息技术受益于远程办公、金融行业受到复工阻力影响较小,GDP实际同比增速维持正增长,受到影响最大的是住宿餐饮、批零贸易和交运仓储,实际GDP同比增速分别下滑39.5%、17.5%和13.6%。

由于各个行业所受到疫情的影响程度有很大不同,为了对企业风险进行更合理的预测,本文对附件二中的302家企业所处的行业进行分类,分成了农林牧渔业、制造业、建筑业等11类不同行业类别,具体分类情况见附件5。设不同行业增速下滑比率为 R ,查阅资料后可得具体对应情况如下图所示。

行业分类	增速下滑比率 (%)
农林牧渔业	-2.6
制造业	-10.1
建筑业	-18.2
零售批发业	-17.5
交通运输业	-13.6
住宿餐饮业	-39.5
金融业	4.9
房地产业	-7.6
信息传输, 互联网行业	14.6
商务服务业	-6.7
其他行业	-2

表 11: 各行业增速下滑情况

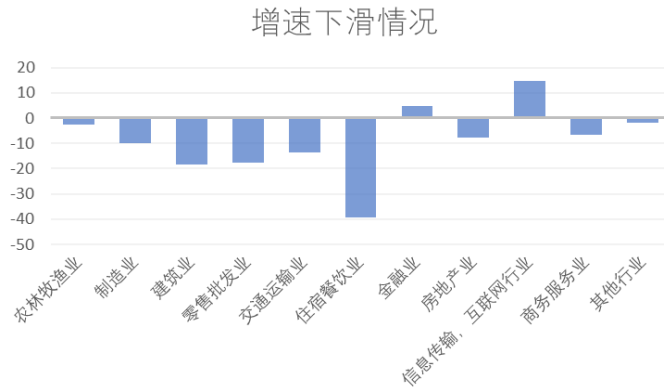


图 7：各行业增速下滑情况

综合以上分析，未来在评估企业经营风险时可以将不同其所处行业的下滑情况作为一项指标来对其风险进行再次评价。即利用问题一中使用到的综合评价方法，对加入行业增速下滑情况的新的七个指标，进行熵权法赋权并计算，得到最后的考虑了疫情对行业影响的信贷风险分数，并据此分配贷款金额。

2. 政策对中小型企业的支持

通过上文的分析可以了解到，本次疫情中，各行各业受疫情影响均十分严重，其中中小型企业由于注册资本少，可流动储备资金少，面临的资金与贷款压力十分严重。

对比 2019 年和 2020 年即疫情开始前后中小型企业存活率，不同行业企业的存活率都有普遍下降。

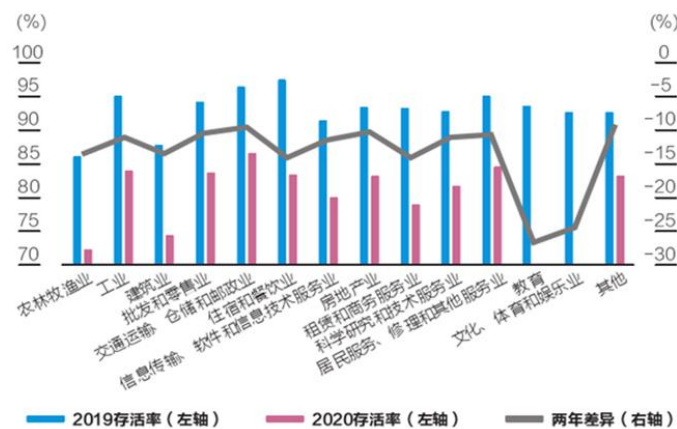


图 8：不同行业的企业存活率

为了促进各行业稳定繁荣发展，帮助中小型企业度过难关，银行将增加对中小企业的信贷支持力度，根据实际情况和监管政策要求，下调贷款利率，以渤海银行和中信银行的调整为样本，未来对中小企业的基础利率设置可以降低 0.5 个百分点，即从利率设置范围从4%~15%变化至3.5%~14.5%。更新后限制条件为：

$$0.035 \leq x_i \leq 0.145$$

7.2 改进后模型的求解

7.2.1 调整信贷风险得分

基于上述分析，本文分析并考虑了针对疫情背景下两项因素，即疫情对各行业的增速影响以及政府鼓励银行下调利率。

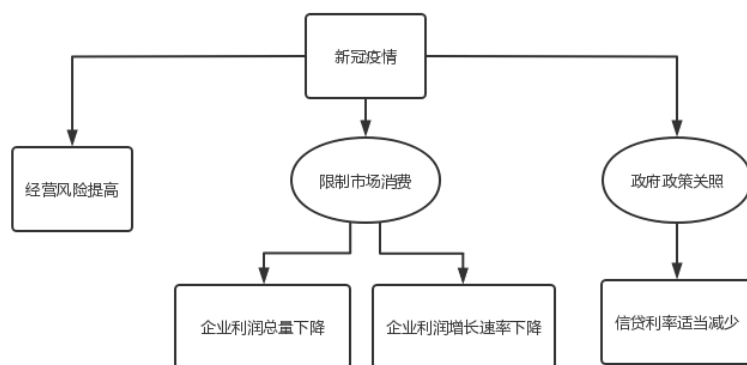


图 9：疫情对于企业信贷的影响

因此对于问题一中的指标进行调整，增加行业应对疫情下增速下滑的百分比。设行业应对疫情下增速下滑的百分比为 R_i 。再次利用熵权法求出调整指标后的各项指标权重如下：

F	D	A	W	C_{max}	I	R
0.026489	0.083215	0.057335	0.091096	0.003376	0.699186	0.039300

表 12：信贷风险指标权重

根据式(1-8)，得到各企业的信贷风险得分。对于银行来说，要根据企业调整后的信贷风险得分再次为其分配相应的贷款额度。

7.2.2 调整信贷策略

分配策略与问题二中同，根据式(2-1)进行分配。由于银行的年度信贷总额为1亿元，因此将其分配给信誉评分合格的企业，对于企业的评分以及分配贷款额度的结果于附录4中。其中分配贷款额度最高的20家企业如下：

企业编号	企业信贷额度	企业编号	企业信贷额度
E125	1000000	E131	553625
E124	896157	E197	552239
E273	757684	E187	533190
E194	667060	E134	528296
E167	658017	E175	524955
E129	637782	E162	497243
E127	623852	E171	496741
E193	592371	E141	480751
E126	578082	E191	479715
E238	557627	E209	473884

表 13：贷款额度最高的20家无信贷记录的企业

对比表8与表12，发现企业分配的信贷额度有了一定的下降。这可能与企业存活率的降低以及政策等因素的影响有关。

调整突发因素影响后，银行对于302家中小微企业的贷款数额以及贷款利率的设置结果放入附录4中。对于不够申请信贷的企业的一年利率为0，贷款额度也为0。对于可申请信贷的企业所给予的一年利率，在4.3354%~7.3385%以内。对于这302家企业，其利率的平均值为4.9750%。可见银行调整策略后，选择对于信贷风险得分更高的企业减少相应的利率，对信贷风险得分低的企业提高利率以维持期望收益的最大化。

对于银行给定利率最低的 15 家企业如下：

企业编号	年利率	企业编号	年利率	企业编号	年利率
E275	0.043554	E316	0.045684	E386	0.046088
E237	0.043617	E145	0.045832	E247	0.046106
E333	0.044139	E381	0.045972	E308	0.046130
E262	0.044763	E243	0.045990	E175	0.046152
E182	0.045595	E131	0.046071	E264	0.046161

表 14:利率最低的 15 家企业

按照此信贷策略实施企业的信贷分配，在银行年度信贷总额为 1 亿元的情况下，其期望收益为 3975884.96 元。与问题二中未考虑企业未来经营风险的收益相比得到了提升，而对企业的平均年利率又得到了下降。可以看出，第三问中建立的模型相比较于第二问来说有了明显改进，在既保证了银行收益的同时积极相应国家政策，帮助中小型企业度过行业寒冬，体现了华夏民族互帮互助，共克时艰的当代民族精神。

八、模型评价

8.1 模型优点分析

一、模型具有可推广性

模型不仅可应用于银行借贷策略的制定，也可以应用于其他领域对客户的评价和服务策略的制定，并且有较好的功能扩展性。

二、模型具有现实意义

本文的模型充分结合实际，既考虑了银行的借贷风险和收益，也考虑到了企业的经济情况，并对突发事件的影响有较为科学的应对方式。

三、评价指标科学全面

评价指标综合了企业的信誉和实力对企业借贷风险进行评估。本文模型通过企业信誉评级和是否违约两项指标对企业的信誉进行评估，通过企业发展潜力、利润总额、最大可流动资金、上下游企业影响力四项指标对企业的实力进行评估，6 项指标综合考量得到企业的综合评分，并且在突发事件发生时根据各企业所属的行业不同对他们的利率下滑程度进行了评估，使得银行对企业的借贷风险的了解更为科学全面。

8.2 模型缺点分析

一、对于信誉评级的处理不够精细

对于附件 1 中给出信誉评级分 A, B, C, D 四个等级。本文参考了中国农业银行的评级标准，将其百分化，分为 85-100、70-85、60-70、60 分以下。为了更好对齐评价，此处对 A 等级取 100 分、B 等级取 85 分、C 等级取 70 分，而 D 等级取 0 分。不同等级之间的差异可能过大，取值过于简单。可以选择在分数段内随机取值，对其进行改进。

二、模型训练数据有限

问题二中所建立的预测风险等级模型所用到的数据为附件 1 中的 123 家，受到训练数据数量的限制，预测结果可能略有偏差。

三、未考虑突发事件在不同时间的影响

本文假设诸如新冠疫情这样的突发事件对企业利率下滑的影响是全年相同的，但实际是疫情在一年中的不同月份对企业利率的影响是不同的。

九、文献参考

- [1]蔡洙一. 探讨亏损企业利润增长率的计算方法[J]. 延边大学学报(自然科学版), 2000(01):74-75. DOI:10.16379/j.cnki.issn.1004-4353. 2000. 01. 019.
- [2]毛勇波. 突发事件的成因、特点及化解方式[J]. 江汉石油职工大学学报, 2009, 22(05):54-56.
- [3]《危机公关公开课》第二十六讲, [申万宏源]申万宏源策略中美关税专题点评: 关税下调各行业影响测算
- [4]张霞, 何南. 综合评价方法分类及适用性研究[J]. 统计与决策, 2022, 38(06):31-36. DOI:10.13546/j.cnki.tjyjc. 2022. 06. 006.
- [5]同花顺财经, 支持中小微企业防控疫情, 多地银行“定向降息”驰援. 94-105. DOI:10.16379/j.cnki.issn.. 2021. 08. 019.

附录

附录 1 问题一中对 123 家中小企业的信贷策略

企业编号	贷款数额	贷款利率	信贷风险得分	企业编号	贷款数额	贷款利率	信贷风险得分
E1	0.1070	0.0470	0.821983	E63	0.0069	0.0530	0.052779
E2	0.0227	0.0450	0.174441	E64	0.0038	0.0438	0.029198
E3	0.0114	0.0595	0.087608	E65	0.0040	0.0526	0.030718
E4	0.0683	0.0577	0.524431	E66	0.0041	0.0517	0.031695
E5	0.0456	0.0593	0.350021	E67	0.0038	0.0484	0.029065
E6	0.0148	0.0447	0.113353	E68	0.0035	0.0487	0.027115
E7	0.0145	0.0462	0.111220	E69	0.0031	0.0585	0.024108
E8	0.0452	0.0490	0.346852	E70	0.0054	0.0499	0.041757
E9	0.0107	0.0485	0.082301	E71	0.0054	0.0492	0.041773
E10	0.0068	0.0506	0.052017	E72	0.0053	0.0588	0.040874
E11	0.0108	0.0509	0.082592	E73	0.0036	0.0533	0.027951
E12	0.0240	0.0537	0.184546	E74	0.0036	0.0462	0.027517
E13	0.0201	0.0540	0.154175	E75	0.0193	0.0567	0.148167
E14	0.0134	0.0545	0.102782	E76	0.0041	0.0490	0.031635
E15	0.0049	0.0450	0.037487	E77	0.0037	0.0609	0.028194
E16	0.0044	0.0476	0.033689	E78	0.0047	0.0562	0.035752
E17	0.0120	0.0497	0.091951	E79	0.0038	0.0513	0.029082
E18	0.0113	0.0430	0.086415	E80	0.0087	0.0542	0.066657
E19	0.0197	0.0499	0.151167	E81	0.0041	0.0482	0.031807
E20	0.0398	0.0510	0.305462	E82	0	0	-1
E21	0.0148	0.0523	0.113619	E83	0.0075	0.0609	0.057805
E22	0.0093	0.0457	0.071739	E84	0.0046	0.0447	0.035183
E23	0.0125	0.0508	0.096157	E85	0.0038	0.0539	0.029324
E24	0.0112	0.0467	0.085838	E86	0.0032	0.0558	0.024773
E25	0.0091	0.0529	0.070125	E87	0.0022	0.0553	0.016697
E26	0.0099	0.0517	0.076176	E88	0.0036	0.0480	0.027461
E27	0.0065	0.0471	0.049880	E89	0.0039	0.0466	0.029856
E28	0.0041	0.0551	0.031175	E90	0.0037	0.0515	0.028329
E29	0.0024	0.0523	0.018677	E91	0.0039	0.0508	0.029653
E30	0.0067	0.0566	0.051705	E92	0.0035	0.0603	0.026509
E31	0.0048	0.0495	0.036868	E93	0.0035	0.0528	0.026791
E32	0.0045	0.0519	0.034463	E94	0.0033	0.0532	0.025365
E33	0.0094	0.0562	0.072170	E95	0.0042	0.0549	0.032010
E34	0.0097	0.0511	0.074528	E96	0.0161	0.0561	0.123466
E35	0.0065	0.0562	0.050127	E97	0.0033	0.0559	0.025443
E36	0	0	-1	E98	0.0038	0.0523	0.029188
E37	0.0102	0.0531	0.078516	E99	0	0	-1
E38	0.0093	0.0552	0.071061	E100	0	0	-1
E39	0.0038	0.0518	0.029099	E101	0	0	-1

E40	0.0067	0.0508	0.051690	E102	0	0	-1
E41	0.0056	0.0536	0.042995	E103	0	0	-1
E42	0.0036	0.0427	0.027840	E104	0.0031	0.0562	0.023761
E43	0.0080	0.0530	0.061791	E105	0.0033	0.0487	0.025418
E44	0.0081	0.0519	0.062117	E106	0.0035	0.0549	0.026709
E45	0.0045	0.0533	0.034547	E107	0	0	-1
E46	0.0103	0.0526	0.078866	E108	0	0	-1
E47	0.0091	0.0549	0.069646	E109	0	0	-1
E48	0.0047	0.0530	0.036447	E110	0.0031	0.0512	0.023589
E49	0.0068	0.0545	0.052212	E111	0	0	-1
E50	0.0091	0.0528	0.069698	E112	0	0	-1
E51	0.0083	0.0514	0.063664	E113	0	0	-1
E52	0	0	-1	E114	0	0	-1
E53	0.0050	0.0571	0.038482	E115	0	0	-1
E54	0.0073	0.0463	0.056257	E116	0	0	-1
E55	0.0080	0.0575	0.061375	E117	0	0	-1
E56	0.0075	0.0545	0.057807	E118	0	0	-1
E57	0.0215	0.0508	0.164723	E119	0	0	-1
E58	0.0088	0.0548	0.067715	E120	0	0	-1
E59	0.0046	0.0449	0.035263	E121	0	0	-1
E60	0.0047	0.0497	0.035873	E122	0	0	-1
E61	0.0038	0.0491	0.029057	E123	0	0	-1
E62	0.0041	0.0608	0.031681				

附件 2 问题 2 中对 302 家企业的信誉预测结果

企业 编号	信誉 评级	是否 违约	企业 编号	信誉 评级	是否 违约	企业 编号	信誉 评级	是否 违约
E124	A	否	E224	A	否	E324	A	否
E125	A	否	E225	A	否	E325	A	否
E126	C	否	E226	A	否	E326	A	否
E127	C	否	E227	A	否	E327	A	否
E128	A	否	E228	A	否	E328	A	否
E129	A	否	E229	A	否	E329	C	否
E130	A	否	E230	A	否	E330	A	否
E131	A	否	E231	A	否	E331	C	否
E132	A	否	E232	A	否	E332	A	否
E133	A	否	E233	A	否	E333	A	否
E134	A	否	E234	A	否	E334	C	否
E135	A	否	E235	A	否	E335	C	否
E136	A	否	E236	A	否	E336	C	否
E137	A	否	E237	A	否	E337	A	否
E138	A	否	E238	A	否	E338	A	否
E139	A	否	E239	A	否	E339	C	否
E140	A	否	E240	A	否	E340	C	否

E141	A	否	E241	A	否	E341	C	否
E142	A	否	E242	A	否	E342	C	否
E143	A	否	E243	A	否	E343	C	否
E144	A	否	E244	A	否	E344	A	否
E145	A	否	E245	A	否	E345	A	否
E146	A	否	E246	A	否	E346	A	否
E147	A	否	E247	A	否	E347	C	否
E148	A	否	E248	A	否	E348	A	否
E149	A	否	E249	A	否	E349	D	是
E150	A	否	E250	A	否	E350	A	否
E151	A	否	E251	A	否	E351	C	否
E152	A	否	E252	A	否	E352	A	否
E153	A	否	E253	A	否	E353	A	否
E154	A	否	E254	A	否	E354	C	否
E155	A	否	E255	A	否	E355	A	否
E156	A	否	E256	A	否	E356	C	是
E157	A	否	E257	A	否	E357	C	否
E158	A	否	E258	A	否	E358	C	否
E159	A	否	E259	A	否	E359	C	否
E160	A	否	E260	A	否	E360	D	是
E161	A	否	E261	A	否	E361	C	否
E162	A	否	E262	A	否	E362	C	否
E163	A	否	E263	A	否	E363	D	否
E164	A	否	E264	A	否	E364	D	否
E165	A	否	E265	A	否	E365	C	否
E166	A	否	E266	A	否	E366	C	是
E167	A	否	E267	A	否	E367	C	否
E168	A	否	E268	A	否	E368	C	否
E169	A	否	E269	A	否	E369	C	否
E170	A	否	E270	A	否	E370	A	否
E171	A	否	E271	A	否	E371	C	否
E172	A	否	E272	A	否	E372	A	否
E173	A	否	E273	A	否	E373	A	否
E174	A	否	E274	D	否	E374	C	否
E175	A	否	E275	A	否	E375	A	否
E176	A	否	E276	A	否	E376	C	是
E177	A	否	E277	A	否	E377	C	否
E178	A	否	E278	A	否	E378	A	否
E179	A	否	E279	A	否	E379	A	否
E180	A	否	E280	A	否	E380	C	是
E181	A	否	E281	A	否	E381	A	否
E182	A	否	E282	A	否	E382	C	否
E183	A	否	E283	A	否	E383	C	是
E184	A	否	E284	A	否	E384	C	否

E185	A	否	E285	A	否	E385	C	是
E186	A	否	E286	A	否	E386	A	是否
E187	A	否	E287	A	否	E387	C	是
E188	A	否	E288	A	否	E388	A	是否
E189	A	否	E289	A	否	E389	C	是
E190	A	否	E290	A	否	E390	C	是
E191	A	否	E291	A	否	E391	A	是否
E192	A	否	E292	A	否	E392	A	否
E193	A	否	E293	C	否	E393	A	否
E194	A	否	E294	A	否	E394	A	否
E195	A	否	E295	A	否	E395	C	否
E196	A	否	E296	A	否	E396	C	否
E197	A	否	E297	A	否	E397	C	否
E198	A	否	E298	A	否	E398	C	否
E199	A	否	E299	A	否	E399	C	是
E200	A	否	E300	A	否	E400	C	否
E201	A	否	E301	A	否	E401	C	否
E202	A	否	E302	A	否	E402	C	是
E203	A	否	E303	A	否	E403	C	否
E204	A	否	E304	A	否	E404	C	是
E205	A	否	E305	A	否	E405	C	是
E206	A	否	E306	A	否	E406	C	是否
E207	A	否	E307	A	否	E407	C	否
E208	A	否	E308	A	否	E408	C	是
E209	A	否	E309	A	否	E409	C	否
E210	A	否	E310	A	否	E410	C	否
E211	A	否	E311	A	否	E411	C	否
E212	A	否	E312	A	否	E412	A	否
E213	A	否	E313	A	否	E413	C	是
E214	A	否	E314	A	否	E414	C	是
E215	A	否	E315	A	否	E415	A	是否
E216	A	否	E316	A	否	E416	C	是
E217	A	否	E317	A	否	E417	C	是
E218	A	否	E318	C	否	E418	C	否
E219	A	否	E319	A	否	E419	A	否
E220	A	否	E320	A	否	E420	A	否
E221	A	否	E321	A	否	E421	C	是
E222	A	否	E322	A	否	E422	C	是
E223	A	否	E323	A	否	E423	C	是
E424	C	否	E425	C	是			

附录 3 问题 2 中对 302 家企业的信贷策略

企业 编号	年利率	企业 信贷额	信贷风 险得分	企业 编号	年利率	企业 信贷额	信贷风 险得分
E124	0.048895	988236	0.479560	E275	0.046143	312870	0.151826
E125	0.047432	1000000	0.565158	E276	0.047165	316091	0.153389
E126	0.055012	616739	0.299284	E277	0.047207	310904	0.150872
E127	0.054242	670197	0.325226	E278	0.047674	309070	0.149982
E128	0.047744	469580	0.227873	E279	0.046976	311102	0.150968
E129	0.050182	686466	0.333121	E280	0.046077	320640	0.155597
E130	0.048128	417309	0.202507	E281	0.046640	318092	0.154360
E131	0.047973	588175	0.285423	E282	0.046339	363869	0.176574
E132	0.048385	481470	0.233643	E283	0.049649	312952	0.151866
E133	0.046470	380718	0.184751	E284	0.046834	320967	0.155755
E134	0.047233	565916	0.274621	E285	0.046335	331018	0.160633
E135	0.048360	405430	0.196743	E286	0.048731	306205	0.148592
E136	0.046722	386937	0.187769	E287	0.048512	309148	0.150020
E137	0.046268	441557	0.214274	E288	0.047454	329273	0.159786
E138	0.052595	376588	0.182746	E289	0.050921	351988	0.170809
E139	0.047096	419872	0.203751	E290	0.047102	325757	0.158080
E140	0.046739	439779	0.213411	E291	0.046956	305596	0.148296
E141	0.047916	515683	0.250245	E292	0.046809	303674	0.147364
E142	0.047090	370193	0.179643	E293	0.056452	279394	0.135581
E143	0.046822	417311	0.202508	E294	0.048761	324133	0.157292
E144	0.047361	401755	0.194959	E295	0.045792	319539	0.155062
E145	0.046663	449747	0.218248	E296	0.047621	324188	0.157319
E146	0.046607	424043	0.205775	E297	0.048668	365879	0.177550
E147	0.047124	491978	0.238742	E298	0.047177	327890	0.159115
E148	0.045972	368829	0.178981	E299	0.046866	338025	0.164033
E149	0.047639	450307	0.218520	E300	0.047020	319368	0.154979
E150	0.046933	416668	0.202196	E301	0.052849	364851	0.177051
E151	0.046741	370660	0.179870	E302	0.047277	314193	0.152468
E152	0.046246	371421	0.180239	E303	0.047735	308883	0.149891
E153	0.047480	441622	0.214305	E304	0.047084	326023	0.158209
E154	0.048434	409814	0.198870	E305	0.046988	354164	0.171865
E155	0.048123	361997	0.175666	E306	0.047387	326165	0.158278
E156	0.047221	390500	0.189498	E307	0.050807	300763	0.145951
E157	0.050685	367273	0.178226	E308	0.047717	450682	0.218702
E158	0.047293	378611	0.183728	E309	0.047647	313608	0.152184
E159	0.047060	443730	0.215329	E310	0.048786	372541	0.180782
E160	0.047006	492336	0.238915	E311	0.049821	331508	0.160871
E161	0.050950	391662	0.190061	E312	0.049620	391952	0.190202
E162	0.047960	496457	0.240915	E313	0.046250	304479	0.147754
E163	0.054160	404729	0.196403	E314	0.047626	309421	0.150153
E164	0.048759	417495	0.202597	E315	0.048332	315775	0.153236

E165	0.050255	460819	0.223621	E316	0.047090	313601	0.152181
E166	0.048216	344797	0.167319	E317	0.048213	304369	0.147701
E167	0.046909	710100	0.344589	E318	0.052571	281247	0.136481
E168	0.046428	341690	0.165812	E319	0.047183	317713	0.154176
E169	0.046219	457921	0.222215	E320	0.047288	299794	0.145481
E170	0.048873	354987	0.172264	E321	0.046629	308936	0.149917
E171	0.046561	521737	0.253183	E322	0.048746	313119	0.151947
E172	0.045761	355044	0.172292	E323	0.046657	302899	0.146987
E173	0.047864	425635	0.206547	E324	0.045590	321322	0.155927
E174	0.047531	399647	0.193936	E325	0.046512	451982	0.219333
E175	0.046359	567311	0.275298	E326	0.046975	302969	0.147022
E176	0.046836	419518	0.203579	E327	0.047103	305670	0.148332
E177	0.047290	420179	0.203900	E328	0.047616	306424	0.148698
E178	0.049142	373794	0.181391	E329	0.054456	287177	0.139358
E179	0.046203	359589	0.174498	E330	0.047014	448119	0.217458
E180	0.048948	437317	0.212216	E331	0.055054	284668	0.138140
E181	0.047381	397362	0.192827	E332	0.047087	325654	0.158030
E182	0.048834	367085	0.178135	E333	0.047731	305872	0.148430
E183	0.048389	361917	0.175627	E334	0.055250	280256	0.136000
E184	0.048280	363120	0.176211	E335	0.056352	279707	0.135733
E185	0.047747	381515	0.185137	E336	0.057200	279639	0.135700
E186	0.048538	354037	0.171803	E337	0.047172	306826	0.148893
E187	0.046732	564307	0.273841	E338	0.047710	298843	0.145019
E188	0.048572	403992	0.196045	E339	0.058384	258218	0.125305
E189	0.047516	384755	0.186710	E340	0.053058	279541	0.135652
E190	0.046187	366951	0.178070	E341	0.053279	277626	0.134724
E191	0.047458	526004	0.255254	E342	0.056662	280361	0.136051
E192	0.051756	340776	0.165368	E343	0.052975	274857	0.133380
E193	0.046934	633428	0.307383	E344	0.050325	303503	0.147280
E194	0.046943	720661	0.349715	E345	0.046373	298991	0.145091
E195	0.047421	448206	0.217500	E346	0.048146	306166	0.148573
E196	0.047195	421636	0.204607	E347	0.061325	278351	0.135075
E197	0.047172	599177	0.290762	E348	0.048838	387852	0.188212
E198	0.047821	354716	0.172133	E349	0.000000	0	0.000000
E199	0.046914	346403	0.168099	E350	0.047469	301179	0.146153
E200	0.047970	341233	0.165590	E351	0.057494	276423	0.134140
E201	0.047310	349680	0.169689	E352	0.050753	299140	0.145163
E202	0.049613	358190	0.173818	E353	0.047713	299991	0.145576
E203	0.046836	347794	0.168773	E354	0.054451	279386	0.135578
E204	0.048199	478518	0.232210	E355	0.049482	298635	0.144918
E205	0.046421	348905	0.169313	E356	0.000000	0	0.045381
E206	0.048103	451313	0.219008	E357	0.053915	273662	0.132800
E207	0.047713	393704	0.191052	E358	0.053151	273800	0.132867
E208	0.047312	361722	0.175532	E359	0.053967	274641	0.133275

E209	0.052163	495041	0.240228	E360	0.000000	0	0.000000
E210	0.047884	330828	0.160540	E361	0.057195	277725	0.134771
E211	0.048768	335985	0.163043	E362	0.053106	280758	0.136243
E212	0.048874	348568	0.169149	E363	0.000000	0	0.000000
E213	0.047300	399176	0.193708	E364	0.000000	0	0.000000
E214	0.047021	365540	0.177385	E365	0.054401	282777	0.137223
E215	0.046740	357005	0.173243	E366	0.000000	0	0.045726
E216	0.046060	372944	0.180978	E367	0.059391	282096	0.136893
E217	0.046026	315250	0.152981	E368	0.053583	274774	0.133339
E218	0.052128	341166	0.165557	E369	0.055686	278201	0.135002
E219	0.049286	371985	0.180513	E370	0.048271	297700	0.144464
E220	0.048174	470268	0.228207	E371	0.053528	275151	0.133522
E221	0.049155	417144	0.202427	E372	0.046012	306784	0.148873
E222	0.046759	407467	0.197731	E373	0.047311	300305	0.145729
E223	0.046958	375181	0.182064	E374	0.055591	275981	0.133925
E224	0.047715	382073	0.185408	E375	0.047101	310235	0.150547
E225	0.046749	431657	0.209470	E376	0.000000	0	0.048922
E226	0.046951	342697	0.166300	E377	0.058464	276219	0.134040
E227	0.046349	376872	0.182884	E378	0.046721	299224	0.145204
E228	0.047003	386768	0.187686	E379	0.049687	300710	0.145925
E229	0.048179	355385	0.172457	E380	0.000000	0	0.047230
E230	0.046507	329988	0.160133	E381	0.047176	319649	0.155116
E231	0.047515	326092	0.158242	E382	0.054639	278743	0.135265
E232	0.047010	435288	0.211232	E383	0.000000	0	0.043760
E233	0.046748	323203	0.156841	E384	0.053789	277984	0.134897
E234	0.048972	342095	0.166008	E385	0.000000	0	0.045984
E235	0.046939	343569	0.166724	E386	0.047018	314419	0.152578
E236	0.047374	347000	0.168388	E387	0.000000	0	0.045270
E237	0.050254	326674	0.158525	E388	0.046717	301084	0.146107
E238	0.046839	592849	0.287691	E389	0.000000	0	0.044952
E239	0.055558	311881	0.151346	E390	0.054757	102646	0.049811
E240	0.049004	379371	0.184097	E391	0.046054	298579	0.144891
E241	0.046801	324651	0.157543	E392	0.046343	307099	0.149026
E242	0.047413	327062	0.158713	E393	0.048154	304711	0.147867
E243	0.048085	322325	0.156414	E394	0.049906	298493	0.144849
E244	0.047440	325095	0.157758	E395	0.053599	276945	0.134393
E245	0.052317	333419	0.161798	E396	0.054342	279862	0.135809
E246	0.055048	348154	0.168948	E397	0.051945	278189	0.134996
E247	0.046820	321058	0.155799	E398	0.057040	274958	0.133429
E248	0.047351	332783	0.161489	E399	0.000000	0	0.047834
E249	0.046718	341145	0.165547	E400	0.056547	274474	0.133194
E250	0.052994	329120	0.159712	E401	0.053829	261239	0.126771
E251	0.050171	334724	0.162431	E402	0.000000	0	0.044712
E252	0.047603	329689	0.159988	E403	0.053276	275990	0.133929

E253	0.047356	337531	0.163793	E404	0.000000	0	0.047556
E254	0.046349	315180	0.152947	E405	0.000000	0	0.045550
E255	0.049129	342222	0.166070	E406	0.055632	274403	0.133159
E256	0.050252	333585	0.161878	E407	0.053574	276801	0.134323
E257	0.048350	316162	0.153424	E408	0.000000	0	0.046060
E258	0.048293	366633	0.177915	E409	0.059888	274470	0.133192
E259	0.046776	367681	0.178424	E410	0.053691	275682	0.133780
E260	0.046213	352205	0.170914	E411	0.055272	275539	0.133710
E261	0.048010	344742	0.167293	E412	0.047994	297318	0.144279
E262	0.047025	326751	0.158562	E413	0.000000	0	0.046296
E263	0.048811	318250	0.154437	E414	0.000000	0	0.048582
E264	0.047289	399357	0.193795	E415	0.053838	305899	0.148443
E265	0.054753	345910	0.167859	E416	0.000000	0	0.045149
E266	0.048956	315547	0.153125	E417	0.000000	0	0.045888
E267	0.047345	305393	0.148198	E418	0.056398	277026	0.134432
E268	0.047509	311300	0.151064	E419	0.048181	303322	0.147193
E269	0.050097	315498	0.153101	E420	0.056157	293244	0.142302
E270	0.047065	312054	0.151430	E421	0.000000	0	0.047952
E271	0.048271	357533	0.173500	E422	0.000000	0	0.045801
E272	0.047867	324495	0.157467	E423	0.000000	0	0.045219
E273	0.047368	826507	0.401078	E424	0.054620	273074	0.132514
E274	0.000000	0	0.000000	E425	0.000000	0	0.041507

附录 4 问题 2 中对 302 家企业的信贷策略

企业 编号	年利率	企业 信贷额	信贷风 险得分	企业 编号	年利率	企业 信贷额	信贷风 险得分
E124	0.048479	896157	0.487955	E275	0.043554	340056	0.185160
E125	0.047592	1000000	0.570188	E276	0.046161	309861	0.168718
E126	0.054486	578082	0.314764	E277	0.047853	305419	0.166300
E127	0.054196	623852	0.339686	E278	0.046345	293977	0.160070
E128	0.047179	452085	0.246159	E279	0.048511	305589	0.166393
E129	0.048658	637782	0.347270	E280	0.049091	324562	0.176723
E130	0.049418	407330	0.221790	E281	0.047793	316110	0.172121
E131	0.046071	553625	0.301447	E282	0.054527	361575	0.196877
E132	0.047592	462265	0.251702	E283	0.046529	307173	0.167255
E133	0.047281	376001	0.204731	E284	0.048857	324842	0.176876
E134	0.046820	528296	0.287656	E285	0.046781	333448	0.181561
E135	0.050679	375546	0.204484	E286	0.050209	312203	0.169994
E136	0.048700	370519	0.201747	E287	0.046908	303916	0.165482
E137	0.047117	406478	0.221326	E288	0.047072	331953	0.180748
E138	0.047497	372465	0.202806	E289	0.047757	335926	0.182911
E139	0.051963	409524	0.222985	E290	0.050720	318137	0.173225
E140	0.047214	404956	0.220497	E291	0.046705	290068	0.157941
E141	0.049949	480751	0.261768	E292	0.053172	294560	0.160387
E142	0.052857	351513	0.191398	E293	0.053735	273771	0.149068
E143	0.048388	429478	0.233850	E294	0.046889	327553	0.178352
E144	0.047631	372399	0.202770	E295	0.048529	312813	0.170326
E145	0.045832	424297	0.231028	E296	0.047800	305987	0.166609
E146	0.047670	391483	0.213161	E297	0.047045	341682	0.186045
E147	0.050488	449648	0.244832	E298	0.048916	330769	0.180103
E148	0.047693	345142	0.187929	E299	0.048433	339447	0.184828
E149	0.048318	429312	0.233759	E300	0.050723	301860	0.164362
E150	0.055338	385168	0.209723	E301	0.046764	356145	0.193920
E151	0.050188	345776	0.188274	E302	0.047369	308235	0.167833
E152	0.049547	352565	0.191971	E303	0.049194	314496	0.171242
E153	0.049419	428146	0.233124	E304	0.055471	329171	0.179233
E154	0.049193	394642	0.214882	E305	0.046521	353265	0.192352
E155	0.047024	359972	0.196004	E306	0.048118	329293	0.179299
E156	0.048240	384376	0.209292	E307	0.046928	329690	0.179516
E157	0.051838	364489	0.198463	E308	0.046130	385873	0.210107
E158	0.046369	352584	0.191981	E309	0.047935	318541	0.173445
E159	0.048752	429952	0.234108	E310	0.049234	368999	0.200919
E160	0.047612	460761	0.250883	E311	0.046795	333867	0.181790
E161	0.047976	363758	0.198065	E312	0.046598	374813	0.204085
E162	0.051408	497243	0.270748	E313	0.046952	295249	0.160762
E163	0.046766	381083	0.207499	E314	0.055532	308686	0.168079
E164	0.046948	407489	0.221877	E315	0.049441	309590	0.168571

E165	0.050409	444583	0.242074	E316	0.045684	318535	0.173441
E166	0.057760	323632	0.176217	E317	0.048285	310631	0.169138
E167	0.047142	658017	0.358288	E318	0.055049	270155	0.147099
E168	0.047531	320972	0.174768	E319	0.048435	322056	0.175359
E169	0.047165	420488	0.228955	E320	0.047101	285100	0.155236
E170	0.048699	332357	0.180967	E321	0.048378	299065	0.162840
E171	0.047938	496741	0.270474	E322	0.048420	296509	0.161448
E172	0.047486	338543	0.184336	E323	0.048884	287759	0.156684
E173	0.046970	393779	0.214412	E324	0.046843	304466	0.165781
E174	0.046727	381401	0.207672	E325	0.046309	459164	0.250013
E175	0.046152	524955	0.285836	E326	0.047216	298626	0.162601
E176	0.047069	431368	0.234879	E327	0.047229	311745	0.169744
E177	0.048960	409787	0.223128	E328	0.049980	312391	0.170096
E178	0.047590	349393	0.190244	E329	0.053750	274298	0.149354
E179	0.046887	336297	0.183113	E330	0.048189	433709	0.236153
E180	0.047521	424461	0.231118	E331	0.055241	287492	0.156539
E181	0.046849	379444	0.206606	E332	0.047505	308176	0.167801
E182	0.045595	364328	0.198376	E333	0.044139	305647	0.166424
E183	0.046585	338291	0.184198	E334	0.053936	279179	0.152012
E184	0.048091	339320	0.184759	E335	0.053910	289515	0.157640
E185	0.047582	375883	0.204667	E336	0.053991	288657	0.157173
E186	0.047194	331543	0.180524	E337	0.046224	312735	0.170283
E187	0.046937	533190	0.290320	E338	0.049238	285220	0.155302
E188	0.053043	395928	0.215582	E339	0.053425	260310	0.141738
E189	0.049058	379457	0.206613	E340	0.053447	273897	0.149136
E190	0.047910	364214	0.198313	E341	0.056402	276927	0.150786
E191	0.047117	479715	0.261204	E342	0.057342	279269	0.152061
E192	0.050052	320189	0.174342	E343	0.056726	264683	0.144119
E193	0.047035	592371	0.322544	E344	0.050400	299082	0.162850
E194	0.047819	667060	0.363212	E345	0.048040	306026	0.166630
E195	0.047866	433784	0.236194	E346	0.047788	312170	0.169976
E196	0.048004	400228	0.217923	E347	0.054581	277548	0.151124
E197	0.046230	552239	0.300692	E348	0.046930	382109	0.208057
E198	0.046800	333058	0.181349	E349	0.000000	0	0.000000
E199	0.048965	325007	0.176965	E350	0.046928	297093	0.161766
E200	0.047135	342194	0.186324	E351	0.054853	286704	0.156109
E201	0.051036	333950	0.181835	E352	0.047966	284541	0.154932
E202	0.051996	356712	0.194229	E353	0.048319	300612	0.163682
E203	0.051698	326198	0.177614	E354	0.052892	282970	0.154077
E204	0.048985	459737	0.250326	E355	0.048187	285042	0.155204
E205	0.047323	348763	0.189900	E356	0.056173	108487	0.059071
E206	0.048071	414831	0.225874	E357	0.053627	263660	0.143562
E207	0.048063	387119	0.210785	E358	0.056460	263779	0.143627
E208	0.046921	359736	0.195875	E359	0.053907	264498	0.144018

E209	0.048085	473884	0.258029	E360	0.000000	0	0.000000
E210	0.047606	311672	0.169704	E361	0.055115	266205	0.144948
E211	0.046210	337700	0.183877	E362	0.053937	268802	0.146362
E212	0.046254	348474	0.189743	E363	0.000000	0	0.000000
E213	0.050182	391805	0.213337	E364	0.000000	0	0.000000
E214	0.050691	341392	0.185887	E365	0.053389	314291	0.171130
E215	0.047508	334084	0.181908	E366	0.050946	124439	0.067757
E216	0.049393	347732	0.189339	E367	0.056148	313708	0.170813
E217	0.050072	319947	0.174210	E368	0.054611	307439	0.167399
E218	0.047620	320523	0.174524	E369	0.053707	310372	0.168997
E219	0.048877	362253	0.197246	E370	0.048075	304920	0.166028
E220	0.047402	452674	0.246480	E371	0.054502	274808	0.149632
E221	0.048295	407189	0.221713	E372	0.047970	312699	0.170264
E222	0.046992	421050	0.229260	E373	0.047051	307151	0.167243
E223	0.048494	371260	0.202150	E374	0.054379	265646	0.144643
E224	0.047855	366354	0.199479	E375	0.051341	294974	0.160612
E225	0.046847	419615	0.228479	E376	0.058612	114734	0.062472
E226	0.050179	321834	0.175238	E377	0.055128	286529	0.156014
E227	0.047025	372708	0.202938	E378	0.051695	285546	0.155479
E228	0.047776	381181	0.207552	E379	0.050142	286819	0.156172
E229	0.047322	333631	0.181661	E380	0.058225	112682	0.061355
E230	0.047800	310952	0.169313	E381	0.045972	345860	0.188320
E231	0.046838	307617	0.167496	E382	0.055449	288690	0.157191
E232	0.051260	431930	0.235184	E383	0.052374	106560	0.058022
E233	0.047990	326757	0.177918	E384	0.055306	288040	0.156837
E234	0.051261	322253	0.175466	E385	0.056635	109550	0.059650
E235	0.046377	344194	0.187413	E386	0.046088	319236	0.173823
E236	0.048328	347132	0.189012	E387	0.055452	129104	0.070297
E237	0.043617	329728	0.179536	E388	0.048941	287139	0.156347
E238	0.047820	557627	0.303626	E389	0.056629	129342	0.070427
E239	0.048015	317063	0.172640	E390	0.055444	116303	0.063326
E240	0.050812	374848	0.204103	E391	0.048610	284994	0.155178
E241	0.049394	327996	0.178593	E392	0.046677	312968	0.170410
E242	0.047261	330061	0.179717	E393	0.047161	290245	0.158037
E243	0.045990	326005	0.177509	E394	0.048060	305599	0.166398
E244	0.047112	328376	0.178800	E395	0.054546	309297	0.168412
E245	0.047007	313891	0.170913	E396	0.053387	289648	0.157713
E246	0.046976	348120	0.189550	E397	0.056547	267536	0.145673
E247	0.046106	324920	0.176918	E398	0.052939	285449	0.155426
E248	0.047203	357106	0.194443	E399	0.057193	112815	0.061428
E249	0.047115	320506	0.174514	E400	0.053849	264356	0.143941
E250	0.051905	321016	0.174792	E401	0.073885	273703	0.149031
E251	0.050347	325814	0.177405	E402	0.054283	108240	0.058936
E252	0.046952	332309	0.180942	E403	0.053641	275526	0.150023

E253	0.046594	328218	0.178713	E404	0.058726	133937	0.072928
E254	0.048732	319888	0.174178	E405	0.055215	130397	0.071001
E255	0.049739	343040	0.186784	E406	0.054313	278704	0.151754
E256	0.047393	320169	0.174331	E407	0.055581	265414	0.144517
E257	0.047677	320728	0.174636	E408	0.052025	120491	0.065607
E258	0.046769	348465	0.189738	E409	0.054838	274224	0.149314
E259	0.046547	364838	0.198653	E410	0.053587	308216	0.167823
E260	0.046206	345317	0.188024	E411	0.053932	275140	0.149813
E261	0.048540	334392	0.182075	E412	0.049901	283915	0.154591
E262	0.044763	329794	0.179572	E413	0.055103	120908	0.065834
E263	0.048122	344663	0.187668	E414	0.054670	120271	0.065487
E264	0.046161	391959	0.213421	E415	0.046251	305670	0.166437
E265	0.047926	346198	0.188504	E416	0.053601	129691	0.070617
E266	0.047978	309395	0.168465	E417	0.054741	109382	0.059558
E267	0.046499	289894	0.157846	E418	0.054334	280949	0.152976
E268	0.046752	294952	0.160600	E419	0.047340	309734	0.168649
E269	0.049675	320159	0.174326	E420	0.048819	280427	0.152692
E270	0.048202	317211	0.172720	E421	0.053453	123829	0.067424
E271	0.051472	356150	0.193923	E422	0.051544	110161	0.059982
E272	0.049224	327862	0.178520	E423	0.062479	119008	0.064799
E273	0.047460	757684	0.412557	E424	0.054929	263157	0.143288
E274	0.000000	0	0.000000	E425	0.053357	102585	0.055857

附录 5 302 家无信贷记录企业的行业分类

企业代号	企业名称	行业分类
E124	个体经营 E124	其他行业
E125	个体经营 E125	其他行业
E126	个体经营 E126	其他行业
E127	个体经营 E127	其他行业
E128	个体经营 E128	其他行业
E129	个体经营 E129	其他行业
E130	个体经营 E130	其他行业
E131	个体经营 E131	其他行业
E132	个体经营 E132	其他行业
E133	个体经营 E133	其他行业
E134	***工程咨询有限公司	商务服务业
E135	***建设工程有限公司	建筑业
E136	***机械有限责任公司	制造业
E137	***建设工程有限公司	建筑业
E138	个体经营 E138	其他行业
E139	个体经营 E139	其他行业
E140	***建筑工程有限公司	建筑业
E141	***食品有限公司	制造业

E142	***运业有限公司	交通运输业
E143	***电子科技有限公司	信息传输，互联网行业
E144	***劳务有限公司	建筑业
E145	***工贸有限公司	制造业
E146	***基础建设工程有限公司	建筑业
E147	***装饰工程有限责任公司	建筑业
E148	***商贸有限公司	零售批发业
E149	***建筑劳务有限公司	商务服务业
E150	***建设工程有限公司	建筑业
E151	***路桥工程有限公司	建筑业
E152	***运贸有限责任公司	交通运输业
E153	个体经营 E153	其他行业
E154	***汽车销售服务有限公司	商务服务业
E155	个体经营 E155	其他行业
E156	个体经营 E156	其他行业
E157	***环境设备工程有限公司	其他行业
E158	***装饰工程有限公司	建筑业
E159	个体经营 E159	其他行业
E160	***钢结构工程有限公司	制造业
E161	***建筑劳务有限责任公司	建筑业
E162	***网络信息安全有限公司	信息传输，互联网行业
E163	***物流有限公司	交通运输业
E164	个体经营 E164	其他行业
E165	***文化传媒股份有限公司	其他行业
E166	***建筑工程有限公司	建筑业
E167	***体育文化股份有限公司	其他行业
E168	***建材有限公司	建筑业
E169	***建筑设计有限公司	建筑业
E170	***建筑劳务有限公司	建筑业
E171	***质量检验检测站	其他行业
E172	***物流有限公司	交通运输业
E173	***贸易有限责任公司	零售批发业
E174	***工程技术有限公司	制造业
E175	***食品集团有限公司	制造业
E176	***科技有限公司	信息传输，互联网行业
E177	***电力工程有限公司	其他行业
E178	***贸易有限公司	零售批发业
E179	***园林有限公司	建筑业
E180	***电气有限公司	其他行业
E181	***食品有限公司	制造业

E182	***新材料科技有限公司	其他行业
E183	***建设工程有限公司	建筑业
E184	***建筑装饰工程有限公司	建筑业
E185	***生态魔芋有限公司	农林牧渔业
E186	***建筑劳务有限公司	建筑业
E187	个体经营 E187	其他行业
E188	***硬质合金有限公司	其他行业
E189	***石油工程技术服务有限公司	其他行业
E190	***劳务有限公司	其他行业
E191	***商贸有限责任公司	零售批发业
E192	***建设工程有限公司	建筑业
E193	个体经营 E193	其他行业
E194	***文化传播有限公司	其他行业
E195	***医药有限公司	其他行业
E196	***地质制图印刷厂	制造业
E197	***医疗设备有限公司	制造业
E198	***商贸有限公司	零售批发业
E199	***建筑劳务有限公司	建筑业
E200	个体经营 E200	其他行业
E201	***物流有限责任公司	交通运输业
E202	个体经营 E202	其他行业
E203	***建设工程有限公司	建筑业
E204	***科技发展有限公司	其他行业
E205	个体经营 E205	其他行业
E206	***建设工程有限公司	建筑业
E207	个体经营 E207	其他行业
E208	个体经营 E208	其他行业
E209	***工程检测有限公司	其他行业
E210	***建筑工程有限公司	建筑业
E211	个体经营 E211	其他行业
E212	***建电管理咨询有限公司	其他行业
E213	***科技有限公司	其他行业
E214	***建筑工程有限公司	建筑业
E215	***建筑工程有限公司	建筑业
E216	***建设工程有限公司	建筑业
E217	个体经营 E217	其他行业
E218	***建设工程有限公司	建筑业
E219	***品牌营销策划有限公司	商务服务业
E220	***文化传播有限公司	其他行业
E221	***测绘服务有限公司	其他行业
E222	***数码科技有限公司	信息传输，互联网行业
E223	***科技有限公司	其他行业

E224	***纸业有限公司	制造业
E225	***物业服务有限责任公司***分公司	其他行业
E226	***建设工程有限公司	建筑业
E227	***安全技术有限公司	其他行业
E228	***文化发展有限公司	其他行业
E229	***家贸易有限公司	零售批发业
E230	***建筑劳务有限公司	建筑业
E231	***建筑科技有限公司	建筑业
E232	***投资发展有限责任公司	金融业
E233	***劳务有限公司	其他行业
E234	***机电设备商贸有限公司	零售批发业
E235	个体经营 E235	其他行业
E236	个体经营 E236	其他行业
E237	个体经营 E237	其他行业
E238	个体经营 E238	其他行业
E239	个体经营 E239	其他行业
E240	个体经营 E240	其他行业
E241	个体经营 E241	其他行业
E242	个体经营 E242	其他行业
E243	***科技有限公司	其他行业
E244	个体经营 E244	其他行业
E245	***建筑劳务有限公司	建筑业
E246	***物业服务有限责任公司	其他行业
E247	***石化有限公司	其他行业
E248	***智能科技有限公司	信息传输， 互联网行业
E249	***建筑工程有限公司	建筑业
E250	***塑料厂	制造业
E251	***医疗器械有限责任公司	制造业
E252	***印务有限公司	其他行业
E253	***钢结构工程有限公司	制造业
E254	***设备安装工程有限公司	其他行业
E255	个体经营 E255	其他行业
E256	***物资有限公司	交通运输业
E257	***门窗安装有限公司	其他行业
E258	***国际货运有限公司	交通运输业
E259	***文化传媒有限公司	其他行业
E260	***广告有限公司	商务服务业
E261	***医疗器械有限公司	制造业
E262	个体经营 E262	其他行业
E263	***通信工程有限公司	信息传输， 互联网行业
E264	个体经营 E264	其他行业

E265	***净化工程有限公司	其他行业
E266	***煤矿机械有限公司	制造业
E267	***林园艺场	建筑业
E268	***建筑劳务有限公司	建筑业
E269	***节能服务有限公司	其他行业
E270	个体经营 E270	其他行业
E271	***科技有限公司	其他行业
E272	个体经营 E272	其他行业
E273	个体经营 E273	其他行业
E274	***建筑劳务有限公司	建筑业
E275	***网络工程有限公司	信息传输，互联网行业
E276	***体育设施工程有限公司	制造业
E277	***消防设备制造有限公司	制造业
E278	***贸易有限公司	零售批发业
E279	***环保包装有限公司	制造业
E280	个体经营 E280	其他行业
E281	***商业管理有限责任公司	商务服务业
E282	***影城有限公司***分公司	其他行业
E283	***机械铸造有限责任公司	制造业
E284	***成焊科技有限公司	其他行业
E285	个体经营 E285	其他行业
E286	***印务有限公司	其他行业
E287	***鞋材有限公司	制造业
E288	个体经营 E288	其他行业
E289	***运业有限公司***分公司	交通运输业
E290	***机电有限公司	制造业
E291	***文业建设工程有限公司	建筑业
E292	***物流有限公司	交通运输业
E293	***物资有限公司	交通运输业
E294	个体经营 E294	其他行业
E295	***电器设备制造有限公司	制造业
E296	***装饰设计工程有限公司	建筑业
E297	***建筑机械租赁有限公司	建筑业
E298	***电器维护服务有限公司	其他行业
E299	***压缩天然气有限责任公司	其他行业
E300	***建设工程有限公司	建筑业
E301	***企业管理咨询有限公司	商务服务业
E302	***机电设备有限公司	制造业
E303	***图书发行有限公司	其他行业
E304	***环保科技有限公司	其他行业
E305	***劳务有限公司	其他行业
E306	个体经营 E306	其他行业

E307	***通信工程有限公司	信息传输，互联网行业
E308	***餐饮文化服务有限公司	住宿餐饮业
E309	个体经营 E309	其他行业
E310	***律师事务所	其他行业
E311	***律师事务所	其他行业
E312	***家居用品有限公司	制造业
E313	***物流有限公司	交通运输业
E314	***房地产营销策划有限公司	商务服务业
E315	***轮胎有限公司	制造业
E316	个体经营 E316	其他行业
E317	***科技有限公司	其他行业
E318	***商贸有限公司	零售批发业
E319	个体经营 E319	其他行业
E320	***建筑设计有限公司	建筑业
E321	***生物物流有限公司	交通运输业
E322	***装饰工程设计有限公司	建筑业
E323	***建筑装饰工程有限公司	建筑业
E324	***汽贸有限公司	零售批发业
E325	***通讯器材有限公司	信息传输，互联网行业
E326	***包装材料有限公司	制造业
E327	个体经营 E327	其他行业
E328	***科技有限公司	其他行业
E329	***园艺有限责任公司	建筑业
E330	***酒店管理有限公司	其他行业
E331	***广告有限公司	商务服务业
E332	***商贸有限公司	零售批发业
E333	***房地产营销策划有限公司	商务服务业
E334	***机械科技有限公司	制造业
E335	***挖掘机租赁经营部	其他行业
E336	***猕猴桃专业合作社	农林牧渔业
E337	个体经营 E337	其他行业
E338	***商贸有限公司	零售批发业
E339	***居益卫浴家俬厂	制造业
E340	***物流有限公司	交通运输业
E341	***纺织品有限公司	制造业
E342	***裕华机械厂	制造业
E343	***五金工具经营部	零售批发业
E344	***机械有限公司	制造业
E345	***科技有限公司	其他行业
E346	个体经营 E346	其他行业
E347	***不锈钢材料有限公司	制造业

E348	***酒店管理有限公司	其他行业
E349	***营销策划广告有限公司	商务服务业
E350	***演艺设备有限公司	制造业
E351	***文化传播有限公司	其他行业
E352	***居装饰工程有限公司	建筑业
E353	***税务师事务所有限公司	商务服务业
E354	***广告有限公司	商务服务业
E355	***地毯经营部	零售批发业
E356	***建材装饰部	建筑业
E357	***家居经营部	零售批发业
E358	***五金经营部	零售批发业
E359	***厨房用品经营部	零售批发业
E360	***建筑劳务有限公司	建筑业
E361	***勘察设计工程有限公司	建筑业
E362	***建材有限公司	建筑业
E363	***建筑工程设计有限公司	建筑业
E364	***电子有限公司	其他行业
E365	***信息技术有限公司	信息传输，互联网行业
E366	***房地产经纪有限公司	商务服务业
E367	***电子商务有限公司	信息传输，互联网行业
E368	***通信科技有限责任公司	信息传输，互联网行业
E369	***网络技术有限公司	信息传输，互联网行业
E370	***设计服务部	其他行业
E371	***自动化科技有限公司	制造业
E372	***汽车维修有限责任公司	其他行业
E373	个体经营 E373	其他行业
E374	***建材经营部	零售批发业
E375	***电器经营部	零售批发业
E376	***建筑装饰设计有限责任公司	建筑业
E377	***文化传播有限公司	其他行业
E378	***商贸有限公司	零售批发业
E379	***药业有限公司	零售批发业
E380	***建材有限公司	零售批发业
E381	***通信网络工程有限公司	信息传输，互联网行业
E382	***教育信息咨询有限公司***分公司	其他行业
E383	***通讯器材经营部	零售批发业
E384	个体经营 E384	其他行业
E385	***装饰工程有限公司	建筑业

E386	个体经营 E386	其他行业
E387	***农副产品经营部	农林牧渔业
E388	***商贸有限公司	零售批发业
E389	***清洁服务有限公司	其他行业
E390	***建筑工程有限公司	建筑业
E391	***五金店	零售批发业
E392	***科技有限公司	其他行业
E393	***商贸有限责任公司	零售批发业
E394	***环保设计研究院（有限合伙）	其他行业
E395	***网络科技有限公司	信息传输，互联网行业
E396	***文化传播有限公司	其他行业
E397	***大闸蟹经营部	零售批发业
E398	***医疗管理咨询有限公司	其他行业
E399	***装饰工程有限公司	建筑业
E400	***办公用品经营部	零售批发业
E401	***遮阳技术发展中心	其他行业
E402	***商贸有限公司	零售批发业
E403	***机械有限公司	制造业
E404	个体经营 E404	其他行业
E405	***职业技能服务有限公司	其他行业
E406	***招投标代理有限公司	商务服务业
E407	***装饰工程有限公司	建筑业
E408	***空调制冷有限责任公司	制造业
E409	***塑胶有限公司	制造业
E410	***网络科技有限公司	信息传输，互联网行业
E411	***机电设备有限公司	制造业
E412	***汽车贸易有限公司	零售批发业
E413	***石材工艺品有限公司	制造业
E414	***物流有限责任公司***分公司	交通运输业
E415	***广告设计服务部	商务服务业
E416	***科技有限公司	其他行业
E417	***园林景观工程有限公司	建筑业
E418	***营销策划有限公司	商务服务业
E419	***科技有限公司	其他行业
E420	***康药房	零售批发业
E421	***保温材料有限公司	制造业
E422	***童装店	零售批发业
E423	***通风设备有限公司	制造业
E424	***贸易有限公司	零售批发业
E425	***商贸有限公司	零售批发业

附录 6 程序代码

矩阵各列归一化函数

```
function gui1=gui1hua(matr,mode)
if nargin==1
    mode=1;
end
[rows,cols]=size(matr);
gui1=zeros(rows,cols);
mMax=max(matr); mMin=min(matr);
if mode==0
    for i=1:cols
        gui1(:,i)=(2*(matr(:,i)-mMin(i))/(mMax(i)-mMin(i)))-1;
    end
else
    for i=1:cols
        gui1(:,i)=(matr(:,i)-mMin(i))/(mMax(i)-mMin(i));
    end
end
end
```

熵权法计算矩阵每列权重

```
function w=shangQuan(x)
p=[];
E=[];
[n,m]=size(x);
for k=1:m
    s=sum(x(:,k));
    p=x(:,k)/s;
    s=0.0;
    for i=1:n
        if p(i)>0
            s=s+p(i)*log(p(i));
        end
    end
    E(k)=-s/log(n); %获得熵
end
s=sum(E);
w=(1-E)/(m-s);
end
```

问题一主程序

```

nMonth=41;
nCompany=123;
attr=zeros(nCompany,6);
companyProfit=zeros(nCompany,nMonth);
% 计算发展潜力得分
[in_num,in_txt,in_raw]=xlsread("附件 1: 123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx","删去无效信息后的进项发票");
[out_num,out_txt,out_raw]=xlsread("附件 1: 123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx","删去无效信息后的销项发票");
in_tmp=[in_raw(:,9),in_raw(:,3),in_raw(:,7),in_raw(:,4)];
out_tmp=[out_raw(:,9),out_raw(:,3),out_raw(:,7),out_raw(:,4)];
[inrows,xlscols]=size(in_tmp);
[outrows,xlscols]=size(out_tmp);

cnt=0;
for i=2:inrows
    dt=datetime(in_tmp{i,2});
    if year(dt)~=2016
        cnt=(year(dt)-2017)*12+3+month(dt);
    else
        cnt=month(dt)-9;
    end
    companyProfit(in_tmp{i,1},cnt)=companyProfit(in_tmp{i,1},cnt)-
in_tmp{i,3};
end
for i=2:outrows
    dt=datetime(out_tmp{i,2});
    if year(dt)~=2016
        cnt=(year(dt)-2017)*12+3+month(dt);
    else
        cnt=month(dt)-9;
    end

companyProfit(out_tmp{i,1},cnt)=companyProfit(out_tmp{i,1},cnt)+out_tmp{i,3};
end

averageGRate=zeros(nCompany,1);
for i=1:nCompany
    not0pro=companyProfit(i,companyProfit(i,:)~=0);
    averageGRate(i)=mean(diff(not0pro)./abs(not0pro(1:length(not0pro)-1)),2);
end
attr(:,3)=gui1hua(averageGRate);

```

```

% 计算上下游企业影响力
up_down_stream=zeros(nCompany,4);
inCnt=[]; outCnt=[];
nowCompany=1;
for i=2:nrows
    if in_tmp{i,1}~=nowCompany;
        up_down_stream(nowCompany,2)=length(inCnt);
        inCnt=[];
        nowCompany=in_tmp{i,1};
    end

up_down_stream(nowCompany,1)=up_down_stream(nowCompany,1)+in_tmp{i,3};
    if ismember(in_tmp{i,4},inCnt)==0
        inCnt=[inCnt in_tmp{i,4}];
    end
end
nowCompany=1;
for i=2:outrows
    if out_tmp{i,1}~=nowCompany;
        up_down_stream(nowCompany,4)=length(outCnt);
        outCnt=[];
        nowCompany=out_tmp{i,1};
    end

up_down_stream(nowCompany,3)=up_down_stream(nowCompany,3)+out_tmp{i,3};
    if ismember(out_tmp{i,4},outCnt)==0
        outCnt=[outCnt out_tmp{i,4}];
    end
end
gui1_tmp=gui1hua(up_down_stream);
w_tmp=shangQuan(gui1_tmp(all(gui1_tmp,2),:));
for i=1:nCompany
    attr(i,6)=gui1_tmp(i,:)*w_tmp';
end

% 计算利润总额
attr(any(companyProfit,2),4)=gui1hua(sum(companyProfit(any(companyProfit,
2),:),2));

% 计算最大流动资金
nowCompany=1;
maxAmount=-99999999;
maxInAmount=zeros(nCompany,1);

```



```

for i=2:inrows
    if in_tmp{i,1}~=nowCompany
        maxInAmount(nowCompany)=maxAmount;
        nowCompany=in_tmp{i,1};
        maxAmount=-99999999;
    end
    if maxAmount<in_tmp{i,3}
        maxAmount=in_tmp{i,3};
    end
end
attr(maxInAmount~=0,5)=gui1hua(maxInAmount(maxInAmount~=0));

% 信誉评级和是否违约的指标
[info_num,info_txt,info_raw]=xlsread("附件 1: 123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx","企业信息");
[info_rows,info_cols]=size(info_raw);
for i=2:info_rows
    grade=info_raw{i,3};
    wy=info_raw{i,4};
    if grade=='A'
        attr(i-1,1)=1;
    else
        if grade=='B'
            attr(i-1,1)=0.85;
        else
            if grade=='C'
                attr(i-1,1)=0.70;
            else
                attr(i-1,1)=0;
                continue;
            end
        end
    end
    if wy=='是'
        attr(i-1,2)=0;
    else
        attr(i-1,2)=1;
    end
end

% 计算得分
score=zeros(nCompany,1);
w_score=shangQuan(attr(~isnan(attr(:,3)),:));
for i=1:nCompany

```

```

        if isnan(attr(i,3))
            score(i)=0;
            continue;
        end
        score(i)=attr(i,:)*w_score';
    end

% 计算分配比率
global allocRate
sumScore=sum(score(score>=0));
allocRate=zeros(nCompany,1);
allocRate(score>=0)=score(score>=0)/sumScore;

% 计算利率
loss_xls=xlsread("附件 3: 银行贷款年利率与客户流失率关系的统计数
据.xlsx","Sheet1");
global credit_level lossFit
credit_level=zeros(nCompany,1);
for i=1:nCompany
    if info_txt{i+1,3}=='A'
        credit_level(i)=1;
    else
        if info_txt{i+1,3}=='B'
            credit_level(i)=2;
        else
            if info_txt{i+1,3}=='C'
                credit_level(i)=3;
            else
                credit_level(i)=4;
            end
        end
    end
end
end
lossFit=zeros(3,4);
lossFit(1,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,2),3);
lossFit(2,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,3),3);
lossFit(3,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,4),3);
lossFit(4,:)=[0,0,0,1];

lb=zeros(nCompany,1);
lb(:)=0.04; lb(find(credit_level==4))=0;
ub=zeros(nCompany,1);
ub(:)=0.15; ub(find(credit_level==4))=0;
[x,maxInterest]=ga(@gafun1,123,[],[],[],[],lb,ub);

```

```
maxInterest=-maxInterest;
```

问题一最优规划目标函数

```
function y=gafun1(x)
global credit_level allocRate lossFit
y=0;
for i=1:123
    y=y-allocRate(i)*(1-polyval(lossFit(credit_level(i,:),:),x(i)))*x(i);
end
end
```

问题二主程序

%计算训练集数据

```
nMonth=41;
nCompany=123;
attr_train=zeros(nCompany,6);
companyProfit=zeros(nCompany,nMonth);
% 计算发展潜力得分
[in_num,in_txt,in_raw]=xlsread("附件 1: 123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx","仅删去作废发票的进项发票信息");
[out_num,out_txt,out_raw]=xlsread("附件 1: 123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx","仅删去作废发票的销项发票信息");
in_tmp=[in_raw(:,9),in_raw(:,3),in_raw(:,7),in_raw(:,4)];
out_tmp=[out_raw(:,9),out_raw(:,3),out_raw(:,7),out_raw(:,4)];
[inrows,xlscols]=size(in_tmp);
[outrows,xlscols]=size(out_tmp);

cnt=0;
for i=2:inrows
    dt=datetime(in_tmp{i,2});
    if year(dt)~=2016
        cnt=(year(dt)-2017)*12+3+month(dt);
    else
        cnt=month(dt)-9;
    end
    companyProfit(in_tmp{i,1},cnt)=companyProfit(in_tmp{i,1},cnt)-in_tmp{i,3};
end
for i=2:outrows
    dt=datetime(out_tmp{i,2});
    if year(dt)~=2016
```

```

        cnt=(year(dt)-2017)*12+3+month(dt);
    else
        cnt=month(dt)-9;
    end

    companyProfit(out_tmp{i,1},cnt)=companyProfit(out_tmp{i,1},cnt)+out_tmp{i,3};
end

averageGRate=zeros(nCompany,1);
for i=1:nCompany
    not0pro=companyProfit(i,companyProfit(i,:)~=0);
    averageGRate(i)=mean(diff(not0pro)./abs(not0pro(1:length(not0pro)-1)),2);
end
attr_train(:,3)=gui1hua(averageGRate);

% 计算上下游企业影响力
up_down_stream=zeros(nCompany,4);
inCnt=[]; outCnt=[];
nowCompany=1;
for i=2:nrows
    if in_tmp{i,1}~=nowCompany
        up_down_stream(nowCompany,2)=length(inCnt);
        inCnt=[];
        nowCompany=in_tmp{i,1};
    end

    up_down_stream(nowCompany,1)=up_down_stream(nowCompany,1)+in_tmp{i,3};
    if ismember(in_tmp{i,4},inCnt)==0
        inCnt=[inCnt in_tmp{i,4}];
    end
end
nowCompany=1;
for i=2:outrows
    if out_tmp{i,1}~=nowCompany
        up_down_stream(nowCompany,4)=length(outCnt);
        outCnt=[];
        nowCompany=out_tmp{i,1};
    end

    up_down_stream(nowCompany,3)=up_down_stream(nowCompany,3)+out_tmp{i,3};
    if ismember(out_tmp{i,4},outCnt)==0
        outCnt=[outCnt out_tmp{i,4}];
    end
end

```

```

        end
    end
    gui1_tmp=gui1hua(up_down_stream);
    w_tmp=shangQuan(gui1_tmp(all(gui1_tmp,2),:));
    for i=1:nCompany
        attr_train(i,6)=gui1_tmp(i,:)*w_tmp';
    end

% 计算利润总额
attr_train(any(companyProfit,2),4)=gui1hua(sum(companyProfit(any(companyP
rofit,2),:),2));

% 计算最大流动资金
nowCompany=1;
maxAmount=-99999999;
maxInAmount=zeros(nCompany,1);
for i=2:nrows
    if in_tmp{i,1}~=nowCompany
        maxInAmount(nowCompany)=maxAmount;
        nowCompany=in_tmp{i,1};
        maxAmount=-99999999;
    end
    if maxAmount<in_tmp{i,3}
        maxAmount=in_tmp{i,3};
    end
end
attr_train(maxInAmount~=0,5)=gui1hua(maxInAmount(maxInAmount~=0));

% 计算测试集数据

nMonth=41;
nCompany=123+302;
attr_test=zeros(nCompany,6);
companyProfit=zeros(nCompany,nMonth);
% 计算发展潜力得分
[in_num,in_txt,in_raw]=xlsread("附件 2: 302 家无信贷记录企业的相关数
据.xlsx","仅删去作废发票的进项发票信息");
[out_num,out_txt,out_raw]=xlsread("附件 2: 302 家无信贷记录企业的相关数
据.xlsx","仅删去作废发票的销项发票信息");
in_tmp=[in_raw(:,9),in_raw(:,3),in_raw(:,7),in_raw(:,4)];
out_tmp=[out_raw(:,9),out_raw(:,3),out_raw(:,7),out_raw(:,4)];
[inrows,xlscols]=size(in_tmp);
[outrows,xlscols]=size(out_tmp);

```

```

cnt=0;
for i=2:nrows
    dt=datetime(in_tmp{i,2});
    if year(dt)~=2016
        cnt=(year(dt)-2017)*12+3+month(dt);
    else
        cnt=month(dt)-9;
    end
    companyProfit(in_tmp{i,1},cnt)=companyProfit(in_tmp{i,1},cnt)-
in_tmp{i,3};
end
for i=2:outrows
    dt=datetime(out_tmp{i,2});
    if year(dt)~=2016
        cnt=(year(dt)-2017)*12+3+month(dt);
    else
        cnt=month(dt)-9;
    end

companyProfit(out_tmp{i,1},cnt)=companyProfit(out_tmp{i,1},cnt)+out_tmp{i
,3};
end

averageGRate=zeros(nCompany,1);
for i=1:nCompany
    not0pro=companyProfit(i,companyProfit(i,:)~=0);
    averageGRate(i)=mean(diff(not0pro)./abs(not0pro(1:length(not0pro)-
1)),2);
end
attr_test(:,3)=gui1hua(averageGRate);

% 计算上下游企业影响力
up_down_stream=zeros(nCompany,4);
inCnt=[]; outCnt=[];
nowCompany=1;
for i=2:nrows
    if in_tmp{i,1}~=nowCompany
        up_down_stream(nowCompany,2)=length(inCnt);
        inCnt=[];
        nowCompany=in_tmp{i,1};
    end

up_down_stream(nowCompany,1)=up_down_stream(nowCompany,1)+in_tmp{i,3};
    if ismember(in_tmp{i,4},inCnt)==0

```

```

        inCnt=[inCnt in_tmp{i,4}];
    end
end
nowCompany=1;
for i=2:outrows
    if out_tmp{i,1}~=nowCompany
        up_down_stream(nowCompany,4)=length(outCnt);
        outCnt=[];
        nowCompany=out_tmp{i,1};
    end

up_down_stream(nowCompany,3)=up_down_stream(nowCompany,3)+out_tmp{i,3};
    if ismember(out_tmp{i,4},outCnt)==0
        outCnt=[outCnt out_tmp{i,4}];
    end
end
gui1_tmp=gui1hua(up_down_stream);
w_tmp=shangQuan(gui1_tmp(all(gui1_tmp,2),:));
for i=1:nCompany
    attr_test(i,6)=gui1_tmp(i,:)*w_tmp';
end

% 计算利润总额
attr_test(any(companyProfit,2),4)=gui1hua(sum(companyProfit(any(companyPr
ofit,2),:),2));

% 计算最大流动资金
nowCompany=1;
maxAmount=-99999999;
maxInAmount=zeros(nCompany,1);
for i=2:inrows
    if in_tmp{i,1}~=nowCompany
        maxInAmount(nowCompany)=maxAmount;
        nowCompany=in_tmp{i,1};
        maxAmount=-99999999;
    end
    if maxAmount<in_tmp{i,3}
        maxAmount=in_tmp{i,3};
    end
end
attr_test(maxInAmount~=0,5)=gui1hua(maxInAmount(maxInAmount~=0));
attr_test=attr_test(124:(123+302),:); nCompany=302;

% 导入训练集

```

```

opts = spreadsheetImportOptions("NumVariables", 6);
opts.Sheet = "Sheet1";
opts.DataRange = "A2:F124";
opts.VariableNames = ["VarName1", "VarName2", "VarName3", "VarName4",
"VarName5", "VarName6"];
opts.VariableTypes = ["double", "double", "double", "double",
"categorical", "categorical"];
opts = setvaropts(opts, ["VarName5", "VarName6"], "EmptyFieldRule",
"auto");
train = readtable("train.xlsx", opts, "UseExcel", false);
clear opts

```

% 导入需要预测的数据集

```

opts = spreadsheetImportOptions("NumVariables", 4);
opts.Sheet = "Sheet1";
opts.DataRange = "A2:D303";
opts.VariableNames = ["VarName1", "VarName2", "VarName3", "VarName4"];
opts.VariableTypes = ["double", "double", "double", "double"];
test = readtable("test.xlsx", opts, "UseExcel", false);
clear opts

```

```

[trainedClassifier1,validationAccuracy1]=trainClassifier1(train);
yfit1=trainedClassifier1(test);
[trainedClassifier2,validationAccuracy2]=trainClassifier2(train);
yfit2=trainedClassifier2(test);

```

```

for i=1:nCompany
    if yfit1(i)=='A'
        attr_test(i,1)=1;
    else
        if yfit1(i)=='B'
            attr_test(i,1)=0.85;
        else
            if yfit1(i)=='C'
                attr_test(i,1)=0.7;
            else
                attr_test(i,1)=0;
            end
        end
    end

    if yfit2(i)=='否'
        attr_test(i,2)=1;
    else

```



```

        attr_test(i,2)=0;
    end
end

% 计算得分
score=zeros(nCompany,1);
w_score=shangQuan(attr_test);
for i=1:nCompany
    score(i)=attr_test(i,:)*w_score';
end

% 导入流失率数据并拟合
loss_xls=xlsread("附件 3: 银行贷款年利率与客户流失率关系的统计数据.xlsx","Sheet1");
global credit_level lossFit
credit_level=zeros(nCompany,1);
for i=1:nCompany
    if yfit1(i)=='A'
        credit_level(i)=1;
    else
        if yfit1(i)=='B'
            credit_level(i)=2;
        else
            if yfit1(i)=='C'
                credit_level(i)=3;
            else
                score(i)=0;
                credit_level(i)=4;
            end
        end
    end
end
end

lossFit=zeros(3,4);
lossFit(1,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,2),3);
lossFit(2,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,3),3);
lossFit(3,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,4),3);
lossFit(4,:)=[0,0,0,1];

% 计算贷款额度
global allocAmount
bankAmount=1e8;
sumScore=sum(score);
allocAmount=(score/sumScore)*bankAmount;
alloc_tmp=allocAmount(allocAmount>1e6);

```

```

rest=sum(alloc_tmp)-1e6*length(alloc_tmp);
alloc_tmp=allocAmount(allocAmount<1e5);
rest=rest+sum(alloc_tmp);
sum_tmp=sum(score(allocAmount<1e6 & allocAmount>1e5));
alloc_tmp=(score(allocAmount<1e6 & allocAmount>1e5)/sum_tmp)*rest;
allocAmount(allocAmount<1e6 &
allocAmount>1e5)=allocAmount(allocAmount<1e6 &
allocAmount>1e5)+alloc_tmp;
allocAmount(allocAmount>1e6)=1e6;
allocAmount(allocAmount<1e5)=0;

% 计算利率
lb=zeros(nCompany,1);
lb(:)=0.04; lb(find(credit_level==4))=0;
ub=zeros(nCompany,1);
ub(:)=0.15; ub(find(credit_level==4))=0;
[x,maxInterest]=ga(@gafun2,302,[],[],[],[],lb,ub);
maxInterest=-maxInterest;

```

问题二最优规划目标函数

```

function y=gafun2(x)
global credit_level allocAmount lossFit
y=0;
for i=1:302
    y=y-allocAmount(i)*(1-polyval(lossFit(credit_level(i),:),x(i)))*x(i);
end
end

```

问题三主程序

```

clear,clc
nCompany=302;
load("data2.mat");
% 设置导入选项并导入企业行业数据
opts = spreadsheetImportOptions("NumVariables", 1);
opts.Sheet = "企业信息";
opts.DataRange = "C2:C303";
opts.VariableNames = "VarName3";
opts.VariableTypes = "string";
opts = setvaropts(opts, "VarName3", "WhitespaceRule", "preserve");
opts = setvaropts(opts, "VarName3", "EmptyFieldRule", "auto");
industries = readmatrix("企业行业.xlsx", opts, "UseExcel", false);

```

```

clear opts

[nrows,ncols]=size(industries);
attr_test(:,7)=0; descend=zeros(nCompany,1);
for i=1:nrows
    if industries(i)=='农林牧渔业'
        descend(i)=-2.6;
        continue;
    end
    if industries(i)=='制造业'
        descend(i)=-10.1;
        continue;
    end
    if industries(i)=='建筑业'
        descend(i)=-18.2;
        continue;
    end
    if industries(i)=='零售批发业'
        descend(i)=-17.5;
        continue;
    end
    if industries(i)=='交通运输业'
        descend(i)=-13.6;
        continue;
    end
    if industries(i)=='住宿餐饮业'
        descend(i)=-39.5;
        continue;
    end
    if industries(i)=='金融业'
        descend(i)=4.9;
        continue;
    end
    if industries(i)=='房地产业'
        descend(i)=-7.6;
        continue;
    end
    if industries(i)=='信息传输，互联网行业'
        descend(i)=14.6;
        continue;
    end
    if industries(i)=='商务服务业'
        descend(i)=-6.7;
        continue;
    end
end

```

```

        end
        if industries(i)=='其他行业'
            descend(i)=-2;
        end
    end
end

attr_test(:,7)=gui1hua(descend);

% 计算得分
score=zeros(nCompany,1);
w_score=shangQuan(attr_test);
for i=1:nCompany
    score(i)=attr_test(i,:)*w_score';
end

% 导入流失率和量化评级
loss_xls=xlsread("附件 3： 银行贷款年利率与客户流失率关系的统计数据.xlsx","Sheet1");
global credit_level lossFit
credit_level=zeros(nCompany,1);
for i=1:nCompany
    if yfit1(i)=='A'
        credit_level(i)=1;
    else
        if yfit1(i)=='B'
            credit_level(i)=2;
        else
            if yfit1(i)=='C'
                credit_level(i)=3;
            else
                credit_level(i)=4;
                score(i)=0;
            end
        end
    end
end
end

lossFit=zeros(3,4);
lossFit(1,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,2),3);
lossFit(2,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,3),3);
lossFit(3,:)=polyfit(loss_xls(:,1),loss_xls(:,4),3);
lossFit(4,:)=[0,0,0,1];

% 计算贷款额度
global allocAmount

```

```

bankAmount=1e8;
sumScore=sum(score);
allocAmount=(score/sumScore)*bankAmount;
alloc_tmp=allocAmount(allocAmount>1e6);
rest=sum(alloc_tmp)-1e6*length(alloc_tmp);
alloc_tmp=allocAmount(allocAmount<1e5);
rest=rest+sum(alloc_tmp);
sum_tmp=sum(score(allocAmount<1e6 & allocAmount>1e5));
alloc_tmp=(score(allocAmount<1e6 & allocAmount>1e5)/sum_tmp)*rest;
allocAmount(allocAmount<1e6 &
allocAmount>1e5)=allocAmount(allocAmount<1e6 &
allocAmount>1e5)+alloc_tmp;
allocAmount(allocAmount>1e6)=1e6;
allocAmount(allocAmount<1e5)=0;

% 计算利率
lb=zeros(nCompany,1);
lb(:)=0.04-0.005; lb(find(credit_level==4))=0;
ub=zeros(nCompany,1);
ub(:)=0.15-0.005; ub(find(credit_level==4))=0;
[x,maxInterest]=ga(@gafun2,302,[],[],[],[],lb,ub);
maxInterest=-maxInterest;

```