

银行基于大数据挖掘对中小微企业的信贷决策问题

摘要

本文主要研究了银行针对中小微企业的信贷决策问题。信贷决策需要银行利用各企业的相关资料与信息，在对企业进行综合评价之后做出是否放贷、放贷多少、期限多久和利率多少等决策的问题。该问题的研究可以使银行在不影响自身收益的条件下，让我国的中小微企业的信贷问题得到改善，同时也提高了银行信贷决策的效率和质量。

针对问题一，根据题目要求，我们首先要对企业的信贷风险进行量化分析，在量化分析时，我们将风险的量化问题转化为客户守约率问题，建立 *Logistic* 回归模型对企业的信贷风险进行量化分析，并计算出客户守约率 p_i ，再将 p_i 映射到 0-1 之间，可以得出：当 P_i 值越接近 1 时，企业的信用越好，风险越低；当 P_i 值越接近 0 时，企业的信用越差，风险越高。最后建立了以银行对企业 i 放贷的金额 x_i 和银行对企业 i 放贷的年利率 r_i 为决策变量，以风险尽可能小利润尽可能多为目标函数，以银行放贷的额度、银行放贷年利率和流失率等为约束条件建立多目标决策模型，最后利用 *MATLAB* 软件编程得到银行放贷的具体决策（详细结果见附录二）。

针对问题二，在对问题二进行分析之后发现：问题二是建立在问题一的基础之上的，它可以看作问题一的推广。两题目的要求与条件大致相同，所以只是问题二中缺少部分相关数据，所以可以构建出相同的指标。为解决数据缺失的问题，我们利用附件 1 中的数据找出附件 2 中缺失数据的相关规律，对附件 2 中的 302 家企业的信誉评级，并算出其大致的违约率。这样一来，问题二就转化成为了问题一，我们将问题二构建的模型嵌套进问题一的模型当中，最后利用 *MATLAB* 软件编程计算得到银行放贷的具体决策（结果详见附录三）。

针对问题三，它是建立在问题二的基础之上的，不同的是题目要求考虑突发因素（以新冠病毒疫情为例研究）。我们先对企业进行有关行业和类型的划分，找到疫情对不同行业、不同类别的企业产生的不同的影响程度和影响方向，并以此对问题二中所构建的指标进行改进。改进完成后，问题三与问题二类似，可以继续套用问题一中的模型进行求解，最后利用 *MATLAB* 软件编程计算得到决策调整（结果详见附录四）。

最后，本文对模型进行了优、缺点评价与模型推广，得出该模型还可以向银行面对的其他对象和生活的其它方面进行推广的结论。

关键词：中小微企业的信贷决策问题；Logistic 模型；多目标规划模型；欧氏距离

一 问题重述

1.1 问题背景

对于中小微企业的信贷问题，从一方面来说，其企业规模相对较小、缺少用于抵押的资产，并且他们的经营容易受到外部因素的影响，贷款风险较大。与此同时，他们的流动性较差，负债能力也极其有限^[1]；从另一方面来说：投资更多的中小微企业有利于分散风险，也方便找到未来的新兴产业，所以银行通常依据信贷的相关政策、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。

1.2 问题的提出

题目中已知：可以贷款的企业的贷款额度为10~100万元、年利率为 4%~15%、贷款期限为 1 年。该题目要求我们根据实际情况和附件中的数据信息，通过建立恰当的数学模型来研究中小微企业的信贷策。

问题一需要我们对 123 家企业（附件 1）的信贷风险进行量化分析，并给出该银行在固定年度信贷总额的条件下对这些中小微企业的信贷策略。

问题二要求我们在问题 1 的基础上，对 302 家企业（见附件 2）的信贷风险进行量化分析，并给出银行在年度信贷总额为 1 亿元时对这些企业的信贷策略。

问题三已知一些突发因素可能会影响企业的生产经营和经济效益，而且突发因素对不同行业、不同类别的企业往往会有不同的影响。针对附件 2 中各企业，综合考虑的信贷风险和可能出现的突发因素（例如：新冠疫情）对各企业的影响，最后给出该银行在年度信贷总额为 1 亿元时的信贷调整策略。

二 问题分析

2.1 对问题一的分析

根据问题一的相关说明与条件，目前已知企业的名称、信誉评级、是否违约、企业的进项发票信息（发票号码、开票日期、金额、税额、价税合计、发票状态）和销项发票信息（发票号码、开票日期、金额、税额、价税合计、发票状态）等数据，题目要求对 123 家有信贷记录企业的信贷风险进行量化分析，并考虑在年度信贷总额固定的条件下给出针对企业的信贷策略。

该问题是常见的信贷决策大数据分析问题，要解决此类问题我们首先将风险的量化问题转化为客户守约率问题，随后建立 *Logistic* 回归模型对 123 家企业的信贷风险进行量化分析，并计算出的客户守约率 p_i ，最后利用映射将 p_i 映射到 0-1 之间，得出当 P_i 值越接近 1 时，企业的信用越好，风险越低；当 P_i 值越接近 0 时，企业的信用越差，风险越高。

2.2 对问题二的分析

问题二已知企业的名称、企业的进项发票信息（发票号码、开票日期、金额、税额、价税合计、发票状态）和销项发票信息（发票号码、开票日期、金额、税额、价税合计、

发票状态)等数据。该问题与问题一极为相似,只是该问题缺少信誉评级和是否违约两条件。需要我们做的依然是对企业的信贷风险进行量化分析,并在年度信贷总额为1亿元的条件 下给出针对企业的信贷策略。

针对该问题可以有的思路为:首先对附件1中的数据进行处理与分析,找出相关规律并构造出信誉等级,算出对应等级的违约率;再将此模型嵌套进问题一的模型当中,将问题二重新转化为问题一,就可按照问题一的求解步骤进行求解。

2.3 对问题三的分析

问题三建立在问题二的基础之上,考虑突发因素(例如:新冠病毒疫情)对不同行业、不同类别的企业的影响,对问题二中做出的决策进行调整。

面对该问题我们首先需要查找相关资料,对企业进行对行业和类型的划分,找到疫情不同行业、不同类别的企业的影响程度和影响方向,并以此对问题二中所构建的指标进行改进。改进完成后,即可套用问题一中的模型进行求解。

综上所述:对于中小微企业的信贷决策问题的三个小问之间为层层深入的关系,我们在解决三个问题时的总体思路为将模型朝着问题一的模型的方向转换,即将二、三两问看作问题一的推广。所以解决问题一的关键为:指标的选取与构造;问题二的关键点在于用第一问的数据对问题二中的缺失数据进行预测与计算;问题三的关键点在于弄清疫情对不同行业、不同类别的企业产生的不同的影响。

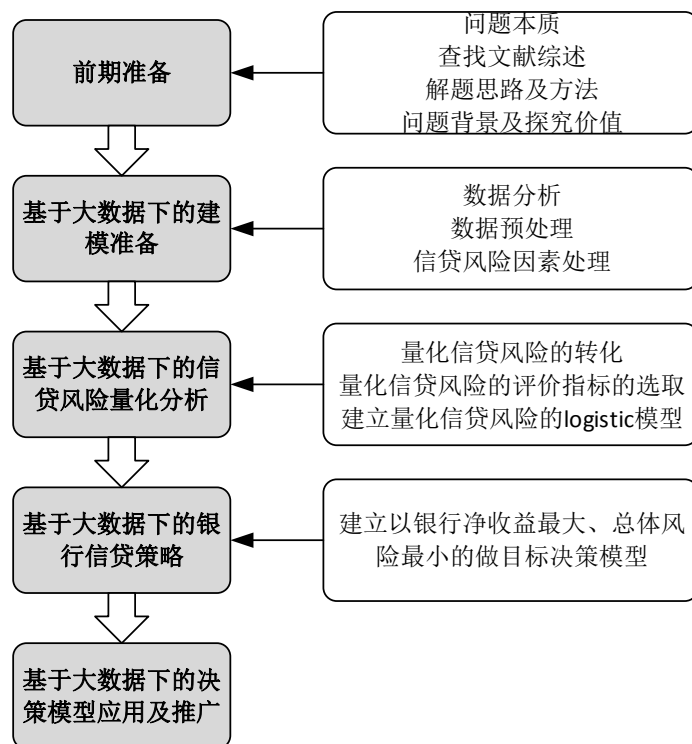


图1 整体建模思路图

三 模型基本假设与合理性说明

假设 1: 市场的风险与信誉风险之间没有关系, 即在该小问中只考虑企业信誉风险对银行决策的影响, 将市场风险看作不存在。

假设 2: 信用等级是离散的, 且在同一等级中的企业违约的概率相同。在利用 Excel 表格对数据进行筛选之后, 我们发现违约企业大多为信誉评级为 C、D 两个等级的企业, A、B 两个等级的企业很少违约。

假设 3: 总体风险用银行所放贷的金额 x_i 中最大的一个风险来衡量。当对所有企业发放贷款的最大的风险都是最小的时候的总体风险也是较小的。

假设 4: 在做决策的这段时间内, 平均收益率、交易费率、风险损失率以及同期银行的存款利率都可以看作常数。若平均收益率、交易率、风险损失率以及同期银行存款利率是变化的, 那么此时建立的模型是不具有说服力的。

假设 5: 净收益和总体的风险只会受到平均收益率、交易费率、风险损失率的影响, 而与其他因素无关。平均收益率、交易费率、风险损失率是目前已知的较为重要的数据, 若考虑其他未知因素和影响甚小的因素不利于数学模型的建立。

四 符号说明

符号	符号说明
x_{it}	对企业 i 的评价指标 t ($i = 1, 2, \dots, 123; t = 1, 2, \dots, 6$)
x_{jt}	对企业 j 的评价指标 t ($j = 1, 2, \dots, 302; t = 1, 2, \dots, 6$)
x'_{jt}	疫情影响下对企业 j 的评价指标 t ($j = 1, 2, \dots, 302; t = 1, 2, \dots, 6$)
p	企业的守约率
p'	疫情影响下的企业守约率
y	客户流失率
r	贷款年利率
x	银行对企业的放贷金额
α, β, γ	回归系数

五 基于有信贷记录的 Logistic 分析的多目标规划模型——问题一

5.1 建模思路

为给出银行年度信贷总额固定时对这 123 家企业的信贷策略，我们将以银行年净收益尽可能大，总体风险尽可能小为目标，建立多目标规划模型，求出银行对企业的信贷政策。在对信贷风险进行量化分析时，我们将信贷风险转化为了以企业守约率为量化分析点，因此我们将银行信贷风险损失率由企业守约率表达出，为： $1 - p_i$ （企业的守约率越高，信用越好，信贷风险越低，信贷损失率越低；反之企业的守约率越低，信用越差，信贷风险越高，信贷损失率越高。）

5.2 建模准备

5.2.1 关键问题的转化

问题一要求对给出的 123 家有信贷记录的企业信贷风险进行量化分析，于是我们将风险的量化问题转化为客户守约率问题（即：守约率越趋近于 1，该企业的信誉越好；守约率越趋近于 0，该企业的信誉越差）。

5.2.2 数据预处理

◆ 对作废发票进行筛选并删除

问题一中提供的数据数量庞大，我们需要将其中的作废发票过滤筛除掉。于是我们先将发票的状态进行处理，将有效发票作为“1”，作废发票作为“0”，再用 MATLAB 软件将发票状态为作废发票即“0”的发票信息筛选出来并剔除掉。

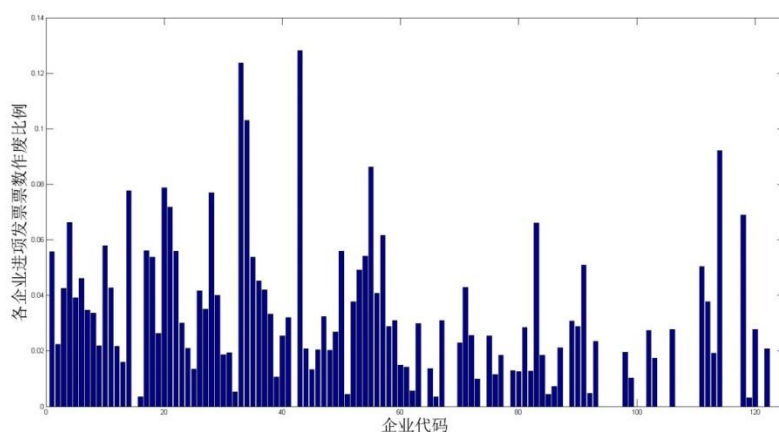


图 2 各企业进项发票票数作废比例直方图

◆ 剔除异常值

箱形图是一种常用于显示一组数据分散情况资料的统计图，有利于准确稳定地描绘出数据的离散分布情况和数据的处理。因此我们以金额、税额以及价税合计作为样本数据，作出了如下箱型图：

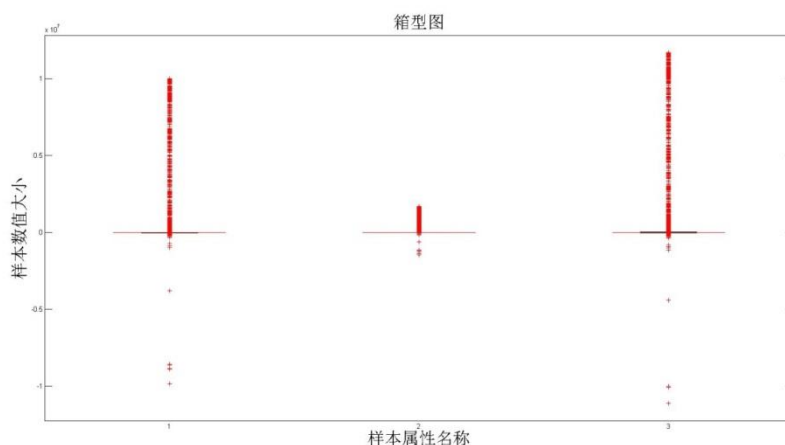


图 3 箱形图

通过观察各方盒和线段的长短，我们对异常值分布的识别有了一定的了解；随后我们按照 4 个标准差将数据中的异常数据（包括 NaN ， Inf 和异常大小数据）进行了过滤筛选，主要是将离均值超过系数因子 4 倍标准差判为异常大小，最后通过产生随机数种子，进行结果再现检验均值、标准差结果是否正常。附录*****

◆ 筛除发票号相同的发票

在 Excel 表格中，使用数据透视表对发票号码相同的单元格进行筛选统计，若统计出来的数据表格中的值大于 1，则说明该发票是无效的，需要将其删除。

5.2.3 基于量化分析模型（*Logistic* 模型）的信贷风险评估

我们运用 *Logistic* 回归方法将 123 家企业的信贷风险的量化分析转化为对 123 家企业的信用风险评价并建立模型，企业信用越高，违约率越低，信贷风险越低。在建立对企业的信用风险评价模型主要有三步：即指标的构造与选择、样本数据的收集与处理和违约的判定。针对指标的构造与选择，指标的选择应该遵循科学性、全面性、公正性、针对性、合法性、可操作性等原则^[2]，并以此构建相应的评价指标体系，评价体系共五个指标，指标及其描述如下表：

表 1 问题一各项指标的构造与描述

指标	指标描述
各企业进项发票的作废比例 x_{1i}	该比例越低信用越高，信贷风险越低
各企业销项发票的作废比例 x_{2i}	该比例越低信用越高，信贷风险越低
各企业的信誉状况 x_{3i}	信誉状况越好信用越高，信贷风险越低
净发票总金额 x_{4i}	金额越大企业资金越充足，企业实力越强
发票金额的变异系数 x_{5i}	变异系数越低，金额的偏离程度越低，信贷风险也越低； 变异系数越高，金额的偏离程度越高，信贷风险也越高
资金周转率 x_{6i}	企业用尽可能少的资金获得尽可能多的销售收入，则资金周转率快，周转率越快，资金利用效果越好，企业的信用越高风险

根据上表可知：针对该模型我们共建立了 6 个评价指标，分别为：各企业进项发票

的作废比例、销项发票的作废比例、信誉状况、净发票总金额、发票金额的变异系数和资金周转率。

观察题目中提到的要素：对于要点“企业实力”，企业实力是指企业满足市场要求的能力，用企业的生产能力，技术能力，销售能力，产品更新能力，市场信誉等因素表示。在此处我们用净发票的总金额来刻画企业的销售能力；用企业的资金周转率（资金周转率是反应资金流转速度指标。企业资金在生产经营过程中不间断地循环周转，从而使企业取得销售收入。）来刻画企业的财力和销售能力，企业用较少的资金占用，取得较多的销售收入，说明资金周转速度快，资金利用效果好^[3]。

对于要点“信誉”，考虑到信誉的对象有两种，银行和销售方，所以我们主要构造了两个指标来刻画：一个是用题目中给出的信誉等级废票比例来刻画，另一个则是通过作废票数的比例来刻画。

对于要点“风险”，我们用变异系数，即标准偏差与平均值的比值（衡量各观测值的变异程度的一个统计量）^[4]

，可以得到变异系数越低，金额的偏离程度就越低，信贷风险也越低；变异系数越高，金额的偏离程度就越高，信贷风险也越高。

通过相关数据建立 *Logistic* 回归模型，记企业的守约率为 P_i ，信贷风险损失率为 $1-p_i$ ，其中 i 表示第 i 种企业（ $i=1,2,...,123$ ）。通过指标拟合出回归方程中指标的相关系数，模型为：

$$\ln \frac{P_i}{1-p_i} = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \beta_5 x_{5i} + \beta_6 x_{6i} \quad (1)$$

$$\text{其中 } P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \beta_5 x_{5i} + \beta_6 x_{6i})}}$$

将计算出的系数带入公式（1）可得系数（如下表）：

表 1 回归系数 β 的值

β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
0.9347	-11.163	0.3755	-0.9628	-1.7819×10^{-10}	-0.0512	4.4326×10^{-6}

（详细程序见附录？）

通过上述公式求出 123 家企业的守约率，再通过映射将其映射到 0-1 之间。我们可以得出啊： p_i 值越接近 1，则申请贷款企业信用较好， P 值越接近 0，则申请贷款企业信用较差。贷款企业的信用越好，信贷风险也就越小，贷款企业的信用越差，信贷风险越高。附件 1 中各企业的守约率 P_i 如下表：

表 2 附件 1 中各企业的守约率 p

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
0.911868	0.924453	0.697678	0.777031	0.831152	0.930019	0.935032
E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
0.938654	0.920264	0.858713	0.639952	0.811639	0.909888	0.753185
E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21
0.894665	0.892042	0.93354	0.935097	0.908727	0.875341	0.866861
...						
E117	E118	E119	E120	E121	E122	E123
0.261692	0.485933	0.296586	0.324674	0.285289	0.350973	0.251285

注：由于全部表格过大，此处只放了部分数据。详细表格数据见附录？

5.3 建立有信贷记录的银行多目标规划模型

5.3.1 决策变量的确定

记银行对企业 i 放贷的金额（单位：万元）为 x_i ；银行对企业 i 放贷的年利率为 r_i ，其中 i 表示第 i 种企业（ $i=1,2,\dots,123$ ）。

5.3.2 目标函数的确定

由于题目要求给出银行年度信贷总额固定时对这 123 家企业的信贷策略。从银行的角度来看，他们更愿意贷款给风险较小的企业，与此同时，银行也希望自己的收益尽可能多。

◆ 总体风险的刻画

根据假设 3，总体风险用银行所放贷的金额 x_i 中最大的一个风险来衡量，放贷的风险率我们将其转化为企业守约率来表达，即：

$$\max \{(1-p_i)x_i | i=1,2,\dots,123\} \quad (2)$$

◆ 银行年净收益的刻画

银行给企业 i 放贷金额为 x_i 时的净收益为：

$$[r_i - (1-p_i)]x_i \quad (3)$$

所以我们确定以银行年净收益尽可能大，年总体风险尽可能小为目标，如下：

$$\begin{cases} \max \sum_{i=1}^{123} [r_i - (1-p_i)]x_i \\ \min \max \{(1-p_i)x_i\} \end{cases} \quad (4)$$

5.3.3 约束条件的确定

约束条件一：银行总放贷额度的限制。

由于题目已知银行对确定要放贷的贷款额度为10~100 万元,所以对所有确定要发放贷款之和应该满足:

$$1230 \leq \sum_{i=1}^{123} x_i \leq 12300 \quad (5)$$

约束条件二: 银行对各个企业放贷额度的限制。

$$10 \leq x_i \leq 100, \text{银行对企业 } i \text{ 放贷} \quad (6)$$

约束条件三: 各个企业贷款的年利率限制。

已知银行贷款的年利率的范围为: 4% ~ 15%

$$4\% \leq r_i \leq 15\% \quad (7)$$

约束条件四: 贷款利率对不同信誉等级客户的流失率限制。

利用 *MATLAB* 软件对贷款年利率和客户流失率的函数关系拟合,得出不同信誉等级均遵守拟合出的函数关系(见图 4)

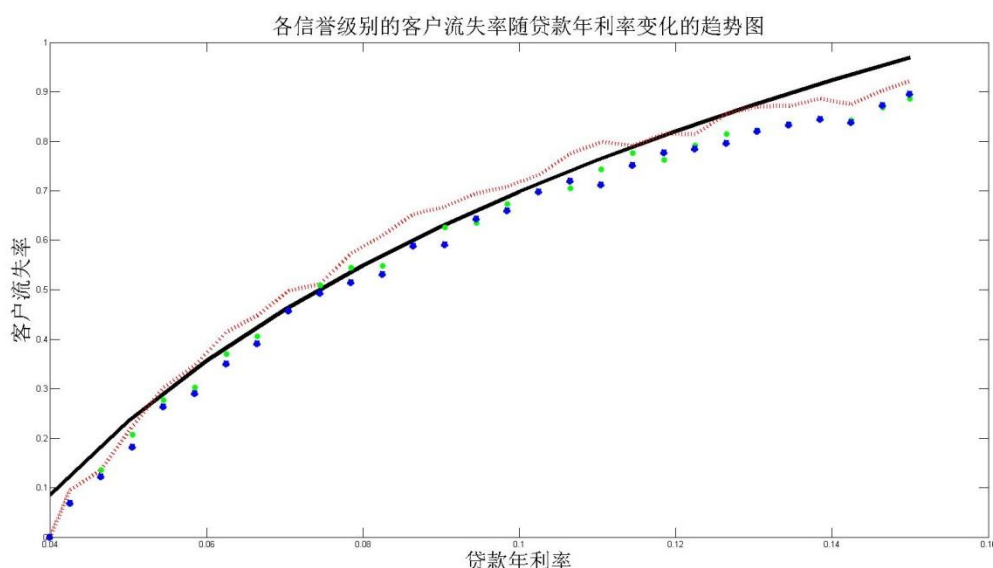


图 4 各信誉级别的客户的流失率随贷款的年利率变化的趋势图

对图 4、附件 3 中 *sheet1* 中的相关数据及函数进行分析可以得出: 贷款年利率为 0.0905–0.0985 时, 不同信誉等级的客户的流失率变化不大。因此, 贷款利率对不同信誉等级客户的流失率限制:

$$0 \leq y_i \leq 0.708302023 \Rightarrow 0 \leq 2.2386 + 0.669 \ln r_i \leq 0.708302023 \quad (8)$$

约束条件五: 银行有盈利约束。

在查找了不同银行有关贷款利率和存款利率的相关数据后, 我们发现: 银行的最高存款利率是死期一年: 1.5%, 但银行一年的贷款利率是 4.75%, 所以从利率方面来看, 该银行始终处于盈利状态, 即该约束恒成立。

约束条件六：银行对企业 j 放贷的金额不为负。

$$x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, 123$$

综上所述，建立多目标规划模型如下：

$$\begin{cases} \max \sum_{i=1}^{123} [r_i - (1 - p_i)] x_i, i = 1, 2, \dots, 123 \\ \min \max \{ (1 - p_i) x_i \} \\ s.t. \begin{cases} 10 \leq x_i \leq 100 \\ 1230 \leq \sum_{i=1}^{123} x_i \leq 12300 \\ 4\% \leq r_i \leq 15\% \\ x_i \geq 0 \end{cases} \end{cases} \quad (9)$$

5.4 计算步骤

Step 1: 定义一个总体 X 为离散型的最大似然函数 $L(\alpha) = \prod_{j=1}^n p(x_{1j}; \alpha)$ ；并对其两边同

时取对数得到 $\ln L(\beta) = \sum_{i=1}^n \ln p(x_{1i}; \beta)$ ；

Step 2: 首先对对数似然函数的各个权重求偏导，其次令之为 0 即可得到最大似然估计值，即 $\beta_0 = 0.9347$ 、 $\beta_1 = -11.163$ 、 $\beta_2 = 0.3755$ 、 $\beta_3 = -0.9628$ 、 $\beta_4 = -1.7819e-10$ 、 $\beta_5 = -0.0512$ 、 $\beta_6 = 4.4326e-06$ ；

Step 3: 由最佳回归系数的确定可定出对应的 *Logistic* 函数，并将 123 家企业相关因素的指标值代入该函数中，即可求得 123 家企业的守约率，见表*****；

Step 4: 将建立的净收益尽可能大、总体风险尽可能小的多目标规划模型通过固定风险水平、优化收益的手段转化为单目标的线性规划问题；最后利用 *Lingo* 软件对上述模型进行计算得到了银行对各企业的贷款额度和贷款利率，具体见表*****

5.5 计算结果

利用 *MATLAB* 软件对上述模型进行计算得到结果如下表：

表 3 银行对 123 家有信贷记录的企业决策

企业	企业守约率	是否贷款	贷款额度（万元）	贷款利率	贷款期限（年）
E1	91.1868%	是	92.0681	4.9695%	1
E2	92.4453%	是	93.2008	4.8310%	1
E3	69.7678%	是	72.7910	7.3255%	1
.....					
E121	28.5289%	否	0.0000	0.0000%	0
E122	35.0973%	否	0.0000	0.0000%	0
E123	25.1285%	否	0.0000	0.0000%	0

注：由于全部表格过大，此处只放了部分数据。详细表格数据见附录？

5.6 结果分析与检验

本问中所得的贷款额度、贷款利率等结果根本上是基于企业守约率计算得出的，因此企业守约率的准确性是本问所有的结果精确的关键所在，所以下面将就企业守约率的结果进行检验与分析。

从经验来看，各企业的守约率很大程度上同其信誉状况成正相关，即信誉得分高，守约率高，反之，信誉得分低，守约率低。我们做出 123 家有信贷记录企业的信誉分数同守约率的散点关系图，如图所示：

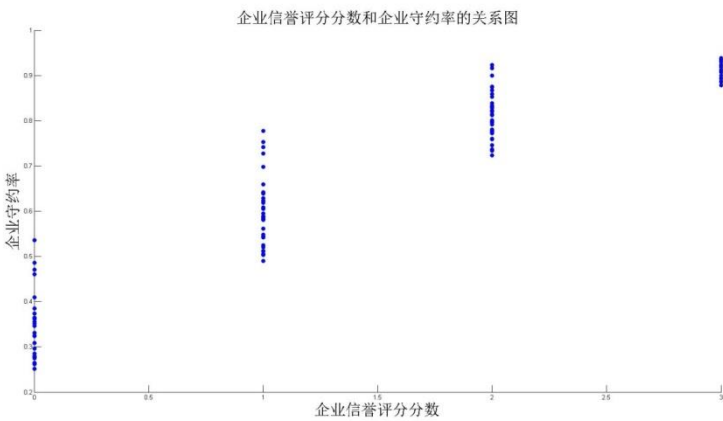


图 5 企业信誉评分分数

由图很直观的发现，这是完全符合事实的，因此模型具有一定的合理性；

但以上的检验毕竟是主观的感受，具有一定的误差性。我们应对其进行进一步的客观描画检验，我们进行了如下的检验：

首先利用 *MATLAB* 软件对 6 个评价指标（各企业进项、销项发票的作废比例，各企业的信誉状况，净发票总金额，发票金额的变异系数，资金周转率）进行主成分分析，得到相关系数矩阵的前几个特征根及其贡献率大约分别为 24.9, 21.0, 17.3, 14.2, 12.7，

9.9; 接着选取前 5 个主成分（累计贡献率达到 90% 以上）进行综合评价；按照主成分分析法的基本步骤流程，我们依次计算了特征值、特征向量、综合评价值和综合得分；基于此，最后我们绘制出了综合得分和企业守约率的关系散点图，如下图：

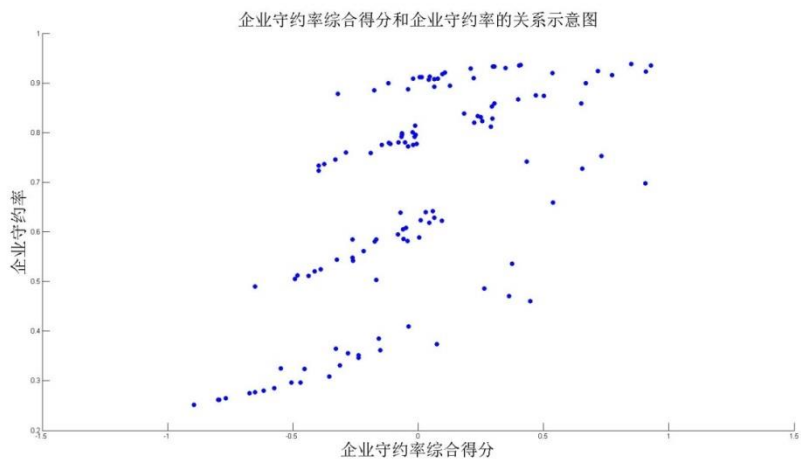


图 6 123 家守约率综合得分散点图

其表示的含义是随着综合得分的增加，企业守约率也大致呈上升状态，因此，从一定意义上反应出了我们的企业守约率结果的正确与合理性。

六 内嵌欧式距离信誉等级确立的多目标规划模型——问题二

6.1 建模思路

问题二与问题一相似，其区别在于问题二的数据有一定的缺失（信誉评级和违约记录），所以在解决第二问时需要利用问题一中已有的数据对附件 2 中的 302 家企业的信誉等级进行预测，并在已经预测好信用等级的基础上确定每个等级的概率范围。然后采用第一问模型中的信贷风险量化方法。运用 Logistic 回归方法将 302 家企业的信贷风险的量化分析转化为对 302 家企业的守约率大小来量化并建立模型。其余操作类似问题一。

6.2 建模准备

6.2.1 数据预处理

◆ 对作废发票进行筛选并删除

问题二会用到附件 2 中的数据，我们需要将其中的作废发票过滤筛除掉。于是我们采用问题一中同样的处理方法将发票状态为作废发票信息筛选出来并剔除掉。

◆ 剔除异常值

问题二对附件 2 的处理同样采取有利于准确稳定地描绘出数据的离散分布情况和数据的处理。因此我们以：

观察各方盒和线段的长短，我们可以对异常值分布的识别有一定的了解；然后我们按照 4 个标准差将数据中的异常数据（包括 NaN, Inf, 和异常大小数据）进行了过滤筛选，主要是将离均值超过系数因子 4 倍标准差判为异常大小，最后通过产生随机数种子，进行结果再现检验均值、标准差结果是否正常。

◆ 筛除发票号相同的发票

在 Excel 表格中, 使用数据透视表对发票号码相同的单元格进行筛选统计, 若统计出来的数据表格中的值大于 1, 则说明该发票是无效的, 需要将其删除。

6.2.2 信用等级与违约率的判定

在对附件 2 中的 302 家企业进行信贷风险量化分析前, 首先需要要对 302 家企业的信誉评级做出判定。通过对附件 1 中的表格处理数据的分析及各项量化指标与信誉评级的关系发现: 各项指标与信誉评价都是离散的, 无法构造线性相关方程对其建立函数关系式, 也就无法将信誉评级与其他指标相联系。因此, 我们算出附件 1 中企业的各信誉状况下的平均净发票量和附件 2 中各企业的净发票量, 构造两者间的距离关系式, 附件 2 中各企业的净发票量与附件 1 中企业的哪个信誉状况下的平均净发票量距离近, 该企业的信誉评级就是多少。

建立基于欧式距离的信誉等级确定模型:

我们通过计算得出 302 家企业的净发票总金额 x_{4j} , 建立 302 家无信贷记录企业的净发票总金额 x_{4j} 到 123 家有信贷记录企业的各信誉状况下的平均净发票总金额 $\overline{x_{4i}}$ 的距离函数, 即, $d = \sqrt{x_{4j}^2 - \overline{x_{4i}}^2}$, 以距离最小 $\min d$ 为目标函数, 确定出 302 家无信贷记录企业相应的信誉等级。(123 家企业各信誉状况下的平均净发票总金额 $\overline{x_{4i}}$ 如下表)

表 4 4 个信誉等级对应的平均发票总金额

信誉等级	A	B	C	D
平均净发 票总金额 (元)	23191781.5266667	23681634.6419444	90799230.7874797	2604767.66384615

将附件 2 中的每个企业的平均发票总金额与上表对照比较, 可以得到如下的关于 302 家企业的信誉等级, 如下表:

表 5 302 个企业的信誉等级预测

企业	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
信誉等级	D	B	C	C	C	C	B	C	C	C
企业	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
信誉等级	C	C	D	B	C	C	C	C	B	C
.....										
企业	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302
信誉等级	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

注: 由于全部表格过大, 此处只放了部分数据。详细表格数据见附录?

在对信誉评级判定后, 采用第一问模型中的信贷风险量化方法。运用 Logistic 回归方法将 302 家企业的信贷风险的量化分析转化为对 302 家企业的守约率大小来量化并建

立模型，企业信用越高，守约率越高，信贷风险越低。在建立对企业的信用风险评价模型时需要：选择指标、收集样本数据和判定违约。在指标的选择上要遵循科学性、全面性、公正性、针对性、合法性、可操作性等原则^[2]来构建相应的评价指标体系，评价体系共六个指标（其中 $j=1,2,\dots,302$ ），相应指标及其相关描述如下表：

表 6 问题二指标及其相关描述

指标	指标描述
各企业进项发票的作废比例 x_{1j}	比例越低信用越高，信贷风险越低
各企业销项发票的作废比例 x_{2j}	比例越低信用越高，信贷风险越低
各企业的信誉状况 x_{3j}	信誉状况越好信用越高，信贷风险越低
净发票总金额 x_{4j}	金额越大企业资金越充足，企业实力越强
发票金额的变异系数 x_{5j}	变异系数越低，金额的偏离程度越低，信贷风险也越低； 变异系数越高，金额的偏离程度越高，信贷风险也越高。
资金周转率 x_{6j}	则资金周转率快，周转率越快，资金利用 效果越好，企业的信用越高风险越低

通过相关数据建立 *Logistic* 回归模型，通过指标拟合出回归方程中指标的相关系数。建立的模型为：

$$\ln \frac{p_j}{1-p_j} = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1j} + \alpha_2 x_{2j} + \alpha_3 x_{3j} + \alpha_4 x_{4j} + \alpha_5 x_{5j} + \alpha_6 x_{6j} \quad (10)$$

其中， p_j 为企业的守约率， $1-p_j$ 为信贷风险损失率。计算出系数值见下表：

表 7 回归系数 α 的值

α_0	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
0.9146	-7.6634	0.0054	-0.1008	-2.7541*10 ⁻⁹	-0.0233	4.4710*10 ⁻⁵

（计算得出的详细公式和求出系数的程序见附录？）

6.3 建立无信贷记录的银行多目标规划模型

在给出该银行对这些企业的信贷政策时，在第一问建立的模型基础上，以银行年净收益尽可能大、年总体风险尽可能小为目标，建立多目标规划模型，以求出银行对企业的信贷政策。

6.3.1 决策变量的确定

记 r_j 为银行对企业 j 放贷的年利率； x_j 为银行对企业 j 放贷的金额（单位：万元），其中 j 表示第 j 种企业（ $j=1,2,\dots,302$ ）。

6.3.2 目标函数的确定

$$\begin{cases} \max \sum_{j=1}^{302} [r_j - (1 - p_j)]x_j, j = 1, 2, \dots, 302 \\ \min \max \{(1 - p_j)x_j\} \end{cases} \quad (11)$$

6.3.3 约束条件的确定

约束条件一：银行对各个企业放贷额度的限制。

$$\begin{cases} 10 \leq x_j \leq 100, \text{银行对企业} j \text{放贷} \\ 0, \text{银行对企业} j \text{不放贷} \end{cases} \quad (12)$$

约束条件二：银行总放贷额度的限制。

$$3020 \leq \sum_{j=1}^{302} x_j \leq 10000 \quad (13)$$

约束条件三：各个企业贷款的年利率限制。

$$4\% \leq r_j \leq 15\% \quad (14)$$

约束条件四：贷款利率对不同信誉等级客户的流失率限制。

$$0 \leq y_i \leq 0.708302023 \Rightarrow 0 \leq 2.2386 + 0.669 \ln r_i \leq 0.708302023$$

约束条件五：银行对企业 j 放贷的金额不为负。

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, 302 \quad (15)$$

综上所述，建立多目标规划模型如下：

$$\begin{cases} \max \sum_{j=1}^{302} [r_j - (1 - p_j)]x_j, j = 1, 2, \dots, 302 \\ \min \max \{(1 - p_j)x_j\} \end{cases} \quad (16)$$

$$s.t., \begin{cases} 10 \leq x_j \leq 100 \\ 3020 \leq \sum_{j=1}^{302} x_j \leq 10000 \\ 0 \leq y_i \leq 0.708302023 \Rightarrow 0 \leq 2.2386 + 0.669 \ln r_i \leq 0.708302023 \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, 302 \end{cases}$$

6.4 计算步骤

Step 1: 计算得出 123 家有信贷记录企业的各信誉状况下的平均净发票总金额 $\overline{x_{4i}}$ 的矩阵 (23191781.5266667,23681634.6419444,90799230.7874797,2604767.66384615), 再计算得出 302 家无信贷记录企业的净发票总金额 x_{4j} , 具体见表*****;

Step 2: 建立 302 家无信贷记录企业的净发票总金额 x_{4j} 到 123 家有信贷记录企业的各信誉状况下的平均净发票总金额 $\overline{x_{4i}}$ 的距离函数, 即 $d = \sqrt{x_{4j}^2 - \overline{x_{4i}}^2}$, 以距离最小为目标函数, 确定出 302 家无信贷记录企业相应的信誉等级, 具体见表*****;

Step 3: 类似于问题一的计算过程, 构造出最大似然函数 $L(\alpha) = \prod_{i=1}^n p(x_{1j}; \alpha)$, 由此确定出最佳回归系数 $\alpha_0 = 0.9146$ 、 $\alpha_1 = -7.6634$ 、 $\alpha_2 = 0.0054$ 、 $\alpha_3 = -0.1008$ 、 $\alpha_4 = -2.7541e-09$ 、 $\alpha_5 = -0.0233$ 、 $\alpha_6 = 4.4710e-05$;

Step 4: 剩余计算步骤同第一问的计算过程类似, 具体结果见表*****。

6.5 计算结果

利用 MATLAB 软件对上述模型进行计算得到结果如下表:

表 8 问题二银行决策方案

企业	企业守约率	是否贷款	贷款额度(万元)	贷款利率	贷款期限(年)
E1	54.7210%	否	0	0.0000%	0
E2	60.7320%	是	64.65882254	8.3195%	1
E3	83.4499%	是	85.10495226	5.8205%	1
.					
E300	56.4983%	否	0	0.0000%	0
E301	54.9393%	否	0	0.0000%	0
E302	92.4893%	否	0	0.0000%	0

注: 由于全部表格过大, 此处只放了部分数据。详细表格数据见附录?

由上表可以直接看出银行对各个企业的决策: 是否贷款、贷款额度和贷款利率。

6.6 结果分析与检验

类似问题一的结果检验与分析的操作步骤, 我们绘制出了综合得分和企业守约率的关系散点图, 如下:

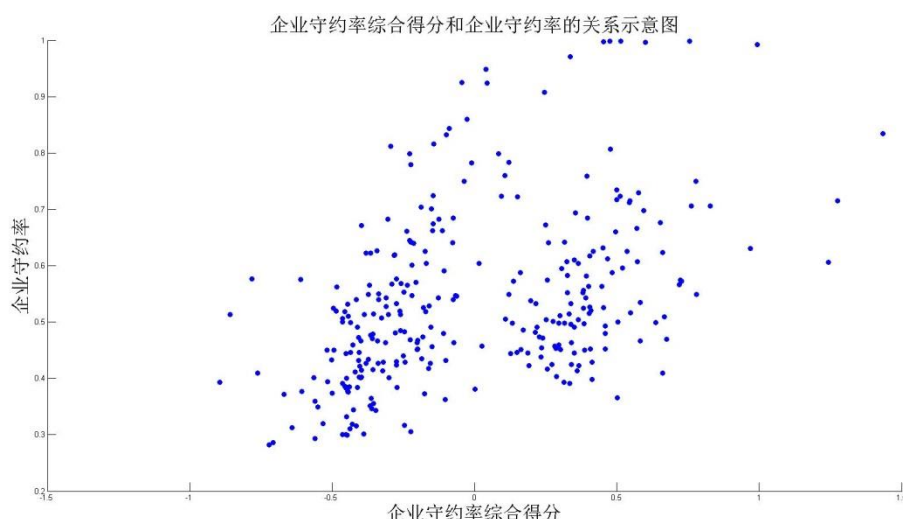


图 7 302 家守约率综合得分散点图

其表示的含义是随着综合得分的增加，企业的守约率也大致呈上升状态，这在一定程度上反应出了我们的企业守约率结果的正确与合理性。

七 考虑突发因素的信贷决策问题——问题三

7.1 建模思路

问题三需要在前两问的基础上，考虑突发因素对企业生产经营和经济效益的影响，针对不同行业、不同类别的企业进行分析，我们分别根据附件 2 中的企业名称和对企业进行行业分类与中、小、微型企业的判别。

7.2 建模准备

7.2.1 关于不同类别、不同行业的分析

在疫情期间，政府出台了不少的政府扶持政策，其中就有银行的相关扶持政策（以四川为例）。《四川省人民政府办公厅关于应对新型冠状病毒肺炎疫情缓解中小企业生产经营困难的政策措施》中，小微企业存量贷款疫情防控期间到期办理续贷或展期，利率按原合同利率下浮 10%，新增贷款利率下浮 10%。因此，银行给企业放贷业 j 放贷的年利率 r_j 降低为 $(1-10\%)r_j$ 。

在国家统计局官方网站收集的数据发现：疫情对不同行业的影响不同，疫情给批发零售、住宿餐饮、交通运输、文体娱乐、房地产等行业带来较大冲击；对线上教育、信息技术产业、金融业却带来一定的利好与机遇。若将行业分为线上和线下企业，那么线上企业基本没有影响，线下的企业除个体经营户外几乎都收到了影响且持续的时间较^[5]。因此，不同行业的企业的营业能力、现金流减少，评价信贷风险的指标也发生相应的改变，例如：净发票总金额、资金周转率发生改变。

7.2.2 评价指标的构造

由于疫情的影响，评价指标中的发票总金额发生改变。通过新闻的报道及对四川中小微型企业进行了网络问卷调查发现：线上教育、信息技术产业、电商业大致没有发生

变化，其他行业均发生变化，如：中型企业平均下降 20%；小型企业平均下降 15%；微型企业平均下降 5%（受到的影响较小）；发票金额也发生改变，资金的周转率也发生变化（与发票总金额改变的规律大致相同）。因此，我们对附件 2 的数据再次进行了数据处理。（处理如图/表/附件？）

在重新进行完数据处理与指标改进完善后，我们依旧套用 *Logistic* 回归方法将 302 家企业的信贷风险的量化分析转化为对 302 家企业的守约率大小来量化并建立模型，企业信用越高，守约率越高，信贷风险越低。评价体系共 6 个指标，后文用表示 $x'_{ij}(i = 1, 2, \dots, 6)$ （其中 $j = 1, 2, \dots, 302$ ），指标及其描述如表 9：

表 9 问题三指标及其相关描述

指标	指标描述
各企业进项发票的作废比例 x'_{1j}	比例越低信用越高，信贷风险越低
各企业销项发票的作废比例 x'_{2j}	比例越低信用越高，信贷风险越低
各企业的信誉状况 x'_{3j}	信誉状况越好信用越高，信贷风险越低
净发票总金额 x'_{4j}	金额越大企业资金越充足，企业实力越强
发票金额的变异系数 x'_{5j}	变异系数越低，金额的偏离程度越低，信贷风险也越低； 变异系数越高，金额的偏离程度越高，信贷风险也越高。
资金周转率 x'_{6j}	则资金周转率快，周转率越快，资金利用 效果越好，企业的信用越高风险越低

通过相关数据建立 *logistic* 回归模型，通过指标拟合出回归方程中指标的相关系数。建立模型如下：

$$\ln \frac{p'_j}{1 - p'_j} = \gamma_0 + \gamma_1 x'_{1j} + \gamma_2 x'_{2j} + \gamma_3 x'_{3j} + \gamma_4 x'_{4j} + \gamma_5 x'_{5j} + \gamma_6 x'_{6j} \tag{17}$$

则有： $p'_j = \frac{1}{1 + e^{-(\gamma_0 + \gamma_1 x'_{1j} + \gamma_2 x'_{2j} + \gamma_3 x'_{3j} + \gamma_4 x'_{4j} + \gamma_5 x'_{5j} + \gamma_6 x'_{6j})}}$ ，其中， p'_j 为企业的守约率， $1 - p'_j$ 为疫情影响下的信贷风险损失率。计算出系数值见下表：

表 10 回归系数 γ 的值

γ_0	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6
0.9113	-1.6409	0.0111	-0.1042	-2.8238*10 ⁻⁹	-0.0243	5.3738*10 ⁻⁵

通过对上述公式求出 302 家企业的守约率分析得出， p' 值越接近 1，则申请贷款企业信用较好， p' 值越接近 0，则申请贷款企业信用较差。贷款企业的信用越好，信贷风险也就越小，贷款企业的信用越差，信贷风险越高。

7.3 建立突发因素下的无信贷记录的银行多目标规划模型

企业的营业能力下降，现金流减少。面对这些问题，我们将问题 2 的模型做出改进

与完善。

7.3.1 决策变量的确定

记 r_j 为银行对企业 j 放贷的年利率； x_j 为银行对企业 j 放贷的金额；（其中 j 表示第 j 种企业（ $j=1,2,...,302$ ））。

7.3.2 目标函数的确定

$$\begin{cases} \max \sum_{j=1}^{302} [r_j(1-10\%) - (1-p'_j)]x_j \\ \min \max \{(1-p'_j)x_j\} \end{cases} \quad (18)$$

7.3.3 约束条件的确定

约束条件一：银行对各个企业放贷额度的限制。

$$10 \leq x_j \leq 100 \quad (19)$$

约束条件二：银行总放贷额度的限制。

$$3020 \leq \sum_{j=1}^{302} x_j \leq 10000 \quad (20)$$

约束条件三：各个企业贷款的年利率限制。

$$4\% \cdot (1-10\%) \leq r_j \leq 15\% \cdot (1-10\%) \quad (21)$$

约束条件四：贷款利率对不同信誉等级客户的流失率限制

$$0 \leq y_i \leq 0.708302023 \Rightarrow 0 \leq 2.2386 + 0.669 \ln r_i \leq 0.708302023 \quad (22)$$

约束条件五：决策变量的类型与范围约束。

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, 302 \quad (23)$$

综上所述：建立多目标规划模型如下：

$$\begin{cases} \max \sum_{j=1}^{302} [r_j(1-10\%) - (1-p'_j)]x_j \\ \min \max \{(1-p'_j)x_j\} \end{cases} \quad (24)$$

$$s.t. \begin{cases} 10 \leq x_j \leq 100 \\ 4\% \cdot (1-10\%) \leq r_j \leq 15\% \cdot (1-10\%) \\ 3020 \leq \sum_{j=1}^{302} x_j \leq 10000 \\ 0 \leq y_i \leq 0.708302023 \Rightarrow 0 \leq 2.2386 + 0.669 \ln r_i \leq 0.708302023 \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, 302 \end{cases}$$

7.4 计算步骤

Step 1: 根据查阅出的政府信贷政策以及大中小微企业划分标准，首先对 302 家企业进行等级划分，其次根据划分等级和第二问的 302 家企业相关因素的指标值完成该问的评价指标的构造；

Step 2: 定义一个总体 X 为离散型的最大似然函数 $L(\gamma) = \prod_{j=1}^n p(x'_{1j}; \gamma)$ ；并对其两边同时取对数得到 $\ln L(\gamma) = \sum_{j=1}^n \ln p(x'_{1j}; \gamma)$ ；

Step 3: 首先对对数似然函数的各个权重求偏导，其次令之为 0 即可得到最大似然估计值，即 $\gamma_0 = 0.9113$ 、 $\gamma_1 = -1.6409$ 、 $\gamma_2 = 0.0111$ 、 $\gamma_3 = -0.1042$ 、 $\gamma_4 = -2.8238e-09$ 、 $\gamma_5 = -0.0243$ 、 $\gamma_6 = 5.3738e-05$ ；

Step 4: 由最佳回归系数的确定即可定出对应的 logistic 函数，并将 302 家企业相关因素的指标值代入该函数中，即可求得突发因素影响下的 302 家无信贷企业的守约率，见表*****；

Step 5: 将所建立的净收益尽可能大，总体风险尽可能小的多目标规划模型，通过固定风险水平，优化收益的手段将其转化为单目标的线性规划问题；最后利用 Lingo 软件对上述模型进行计算得到了银行对各企业的贷款额度和贷款利率，具体见表*****。

7.5 计算结果

利用 *MATLAB* 软件对上述模型进行计算得到结果如下表：

企业	企业守约率	是否贷款	贷款额度（万元）	贷款利率	贷款期限（年）
E1	33.0282%	否	0.0000	0.0000%	0
E2	41.4379%	是	47.2941	10.4418%	1
E3	64.6708%	是	68.2037	7.8862%	1
.....					
E300	35.5959%	否	0.0000	0.0000%	0
E301	34.5768%	否	0.0000	0.0000%	0
E302	45.9041%	否	0.0000	0.0000%	0

由上表可以直接看出银行对各个企业的决策：是否贷款、贷款额度和贷款利率。

7.6 结果分析与检验

类似以上两个问题对结果的检验与分析，最终我们可以得到该模型是合理的。

八 模型评价与推广

10.1 模型优点

- ✧ 本文在建模之前都对数据进行了预处理，使得数据更加真实可靠。
- ✧ 本文利用欧式距离来确定信誉等级，是本文模型的创新与独到之处。
- ✧ 本文在解决问题时，套用的模型较为简单、易于理解，简化了问题的求解难度。

10.2 模型缺点

- ✧ 本题的数据量较大，但解决本题时没有用专门的数据处理软件，到时操作繁琐，等待时间较长。
- ✧ 银行在评判顾客的信誉等级时，通常还会对借款人的经营实力进行评价、经营环境进行评估以及管理能力评估，但由于此时的数据种类有限，不能保证数据的评级完全合理。
- ✧ 在问题二的模型中，由于问题二缺少数据，所以我们通过分析附件 1 中的数据得到了近似的附件二中的数据，此时的数据可能存在误差。

10.3 模型的推广

- ✧ 该模型该可以运用到银行面对的其他对象的等级判定
- ✧ 该模型还可以运用到生活的其他方面，例如在人力资源市场选人时可以进行初步判定与筛选。

参考文献

- [1] 周民志.商业银行小企业信贷工作策略研究.商场现代化,2007(11Z):362-363.熊熊,马佳,赵文杰,王小琰,张今.供应链金融模式下的信用风险评价[J].南开管理评论,2009,12(04):92-98+106.
- [3] 搜 狗 百 科 . 资 金 周 转 率 .[2020-06-19](2020-09-13).[EB/OL]<https://baike.sogou.com/v430553.htm?fromTitle=%E8%B5%84%E9%87%91%E5%91%A8%E8%BD%AC%E7%8E%87>
- [4] 百 度 百 科 . 变 异 系 数 . (2020-04-28) [EB/OL].<https://baike.sogou.com/v1272795.htm?fromTitle=%E5%8F%98%E5%BC%82%E7%B3%BB%E6%95%B0>
- [5] 国家统计局.关于印发《统计上大中小微型企业划分办法(2017)》的通知.[2018-01-03](2020-09-13) .[EB/OL]http://www.stats.gov.cn/tjgz/tzgb/201801/t20180103_1569254.html

九 附录

附录一：附件 1 中的 123 家企业的信贷风险分析

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
0.911868	0.924453	0.697678	0.777031	0.831152	0.930019	0.935032
E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
0.938654	0.920264	0.858713	0.639952	0.811639	0.909888	0.753185
E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21
0.894665	0.892042	0.93354	0.935097	0.908727	0.875341	0.866861
E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28
0.932794	0.823384	0.908329	0.585266	0.921216	0.917808	0.874552
E29	E30	E31	E32	E33	E34	E35
0.459967	0.778883	0.907359	0.772325	0.916064	0.899772	0.83894
E36	E37	E38	E39	E40	E41	E42
0.409591	0.814103	0.827989	0.588428	0.622065	0.628039	0.886989
E43	E44	E45	E46	E47	E48	E49
0.923021	0.584731	0.581489	0.594632	0.6235	0.907026	0.607689
E50	E51	E52	E53	E54	E55	E56
0.72763	0.745638	0.384837	0.638344	0.936011	0.74207	0.642057
E57	E58	E59	E60	E61	E62	E63
0.852643	0.819645	0.911881	0.775383	0.776846	0.777823	0.800873
E64	E65	E66	E67	E68	E69	E70
0.885768	0.780033	0.758795	0.798963	0.503014	0.510907	0.795634
E71	E72	E73	E74	E75	E76	E77
0.833626	0.618602	0.561564	0.736346	0.604942	0.779995	0.580591
E78	E79	E80	E81	E82	E83	E84
0.512274	0.760261	0.659583	0.912458	0.330715	0.858364	0.899904
E85	E86	E87	E88	E89	E90	E91
0.775438	0.544325	0.361585	0.87836	0.912343	0.584757	0.928782
E92	E93	E94	E95	E96	E97	E98
0.548353	0.791428	0.524225	0.723793	0.541653	0.733954	0.792085
E99	E100	E101	E102	E103	E104	E105
0.373993	0.29615	0.277118	0.355368	0.346124	0.505254	0.520966
E106	E107	E108	E109	E110	E111	E112
0.795923	0.274917	0.309013	0.264523	0.489548	0.470286	0.364224
E113	E114	E115	E116	E117	E118	E119
0.323882	0.536224	0.261899	0.280262	0.261692	0.485933	0.296586
E120	E121	E122	E123			
0.324674	0.285289	0.350973	0.251285			

附录二：问题一的银行决策

问题一的银行决策					
企业	企业守约率	是否贷款	贷款额度（万元）	贷款利率	贷款期限（年）
E1	91.1868%	是	92.0681	4.9695%	1
E2	92.4453%	是	93.2008	4.8310%	1
E3	69.7678%	是	72.7910	7.3255%	1

E4	77.7031%	是	79.9328	6.4527%	1
E5	83.1152%	是	84.8037	5.8573%	1
E6	93.0019%	是	93.7017	4.7698%	1
E7	93.5032%	是	94.1529	4.7146%	1
E8	93.8654%	是	94.4788	4.6748%	1
E9	92.0264%	是	92.8237	4.8771%	1
E10	85.8713%	是	87.2842	5.5542%	1
E11	63.9952%	是	67.5957	7.9605%	1
E12	81.1639%	是	83.0475	6.0720%	1
E13	90.9888%	是	91.8900	4.9912%	1
E14	75.3185%	是	77.7867	6.7150%	1
E15	89.4665%	是	90.5199	5.1587%	1
E16	89.2042%	是	90.2838	5.1875%	1
E17	93.3540%	是	94.0186	4.7311%	1
E18	93.5097%	是	94.1588	4.7139%	1
E19	90.8727%	是	91.7854	5.0040%	1
E20	87.5341%	是	88.7807	5.3712%	1
E21	86.6861%	是	88.0175	5.4645%	1
E22	93.2794%	是	93.9514	4.7393%	1
E23	82.3384%	是	84.1046	5.9428%	1
E24	90.8329%	是	91.7496	5.0084%	1
E25	58.5266%	是	62.6739	8.5621%	1
E26	92.1216%	是	92.9095	4.8666%	1
E27	91.7808%	是	92.6027	4.9041%	1
E28	87.4552%	是	88.7096	5.3799%	1
E29	45.9967%	否	0.0000	0.0000%	0
E30	77.8883%	是	80.0994	6.4323%	1
E31	90.7359%	是	91.6623	5.0191%	1
E32	77.2325%	是	79.5093	6.5044%	1
E33	91.6064%	是	92.4457	4.9233%	1
E34	89.9772%	是	90.9795	5.1025%	1
E35	83.8940%	是	85.5046	5.7717%	1
E36	40.9591%	否	0.0000	0.0000%	0
E37	81.4103%	是	83.2692	6.0449%	1
E38	82.7989%	是	84.5190	5.8921%	1
E39	58.8428%	是	62.9585	8.5273%	1
E40	62.2065%	是	65.9859	8.1573%	1
E41	62.8039%	是	66.5235	8.0916%	1
E42	88.6989%	是	89.8290	5.2431%	1
E43	92.3021%	是	93.0719	4.8468%	1
E44	58.4731%	是	62.6258	8.5680%	1
E45	58.1489%	是	62.3340	8.6036%	1
E46	59.4632%	是	63.5169	8.4590%	1
E47	62.3500%	是	66.1150	8.1415%	1
E48	90.7026%	是	91.6323	5.0227%	1

E49	60.7689%	是	64.6920	8.3154%	1
E50	72.7630%	是	75.4867	6.9961%	1
E51	74.5638%	是	77.1074	6.7980%	1
E52	38.4837%	否	0.0000	0.0000%	0
E53	63.8344%	是	67.4510	7.9782%	1
E54	93.6011%	是	94.2410	4.7039%	1
E55	74.2070%	是	76.7863	6.8372%	1
E56	64.2057%	是	67.7852	7.9374%	1
E57	85.2643%	是	86.7379	5.6209%	1
E58	81.9645%	是	83.7681	5.9839%	1
E59	91.1881%	是	92.0693	4.9693%	1
E60	77.5383%	是	79.7845	6.4708%	1
E61	77.6846%	是	79.9161	6.4547%	1
E62	77.7823%	是	80.0041	6.4439%	1
E63	80.0873%	是	82.0786	6.1904%	1
E64	88.5768%	是	89.7191	5.2566%	1
E65	78.0033%	是	80.2030	6.4196%	1
E66	75.8795%	是	78.2916	6.6533%	1
E67	79.8963%	是	81.9066	6.2114%	1
E68	50.3014%	是	55.2713	9.4668%	1
E69	51.0907%	是	55.9816	9.3800%	1
E70	79.5634%	是	81.6070	6.2480%	1
E71	83.3626%	是	85.0264	5.8301%	1
E72	61.8602%	是	65.6742	8.1954%	1
E73	56.1564%	是	60.5408	8.8228%	1
E74	73.6346%	是	76.2711	6.9002%	1
E75	60.4942%	是	64.4448	8.3456%	1
E76	77.9995%	是	80.1995	6.4201%	1
E77	58.0591%	是	62.2532	8.6135%	1
E78	51.2274%	是	56.1046	9.3650%	1
E79	76.0261%	是	78.4235	6.6371%	1
E80	65.9583%	是	69.3625	7.7446%	1
E81	91.2458%	是	92.1212	4.9630%	1
E82	33.0715%	否	0.0000	0.0000%	0
E83	85.8364%	是	87.2528	5.5580%	1
E84	89.9904%	是	90.9914	5.1011%	1
E85	77.5438%	是	79.7894	6.4702%	1
E86	54.4325%	是	58.9892	9.0124%	1
E87	36.1585%	否	0.0000	0.0000%	0
E88	87.8360%	是	89.0524	5.3380%	1
E89	91.2343%	是	92.1109	4.9642%	1
E90	58.4757%	是	62.6281	8.5677%	1
E91	92.8782%	是	93.5904	4.7834%	1
E92	54.8353%	是	59.3517	8.9681%	1
E93	79.1428%	是	81.2285	6.2943%	1

E94	52.4225%	是	57.1802	9.2335%	1
E95	72.3793%	是	75.1413	7.0383%	1
E96	54.1653%	是	58.7488	9.0418%	1
E97	73.3954%	是	76.0559	6.9265%	1
E98	79.2085%	是	81.2877	6.2871%	1
E99	37.3993%	否	0.0000	0.0000%	0
E100	29.6150%	否	0.0000	0.0000%	0
E101	27.7118%	否	0.0000	0.0000%	0
E102	35.5368%	否	0.0000	0.0000%	0
E103	34.6124%	否	0.0000	0.0000%	0
E104	50.5254%	是	55.4728	9.4422%	1
E105	52.0966%	是	56.8870	9.2694%	1
E106	79.5923%	是	81.6330	6.2449%	1
E107	27.4917%	否	0.0000	0.0000%	0
E108	30.9013%	否	0.0000	0.0000%	0
E109	26.4523%	否	0.0000	0.0000%	0
E110	48.9548%	是	54.0593	9.6150%	1
E111	47.0286%	否	0.0000	0.0000%	0
E112	36.4224%	否	0.0000	0.0000%	0
E113	32.3882%	否	0.0000	0.0000%	0
E114	53.6224%	否	0.0000	0.0000%	0
E115	26.1899%	否	0.0000	0.0000%	0
E116	28.0262%	否	0.0000	0.0000%	0
E117	26.1692%	否	0.0000	0.0000%	0
E118	48.5933%	否	0.0000	0.0000%	0
E119	29.6586%	否	0.0000	0.0000%	0
E120	32.4674%	否	0.0000	0.0000%	0
E121	28.5289%	否	0.0000	0.0000%	0
E122	35.0973%	否	0.0000	0.0000%	0
E123	25.1285%	否	0.0000	0.0000%	0

附件三：问题二结果

问题二的银行决策					
企业	企业守约率	是否贷款	贷款额度（万元）	贷款利率	贷款期限（年）
E1	54.7210%	否	0	0.0000%	0
E2	60.7320%	是	64.65882254	8.3195%	1
E3	83.4499%	是	85.10495226	5.8205%	1
E4	80.6977%	是	82.62793026	6.1233%	1
E5	63.0202%	是	66.71814604	8.0678%	1
E6	71.5436%	是	74.38922308	7.1302%	1

E7	45.1196%	是	50.60764105	10.0368%	1
E8	53.4870%	是	58.1383046	9.1164%	1
E9	56.2985%	是	60.66868004	8.8072%	1
E10	69.4060%	是	72.46543375	7.3653%	1
E11	60.5843%	是	64.52583501	8.3357%	1
E12	61.1789%	是	65.06104112	8.2703%	1
E13	37.6908%	否	0	0.0000%	0
E14	54.2564%	是	58.83077975	9.0318%	1
E15	44.3821%	是	49.94385879	10.1180%	1
E16	54.9282%	是	59.43533635	8.9579%	1
E17	70.5633%	是	73.50696024	7.2380%	1
E18	50.1501%	是	55.1350828	9.4835%	1
E19	51.1773%	是	56.05958526	9.3705%	1
E20	44.5064%	是	50.05573685	10.1043%	1
E21	57.4141%	是	61.67273382	8.6844%	1
E22	48.2926%	否	0	0.0000%	0
E23	52.8701%	否	0	0.0000%	0
E24	41.3759%	是	47.23827792	10.4487%	1
E25	45.2550%	是	50.72946662	10.0220%	1
E26	51.5821%	是	56.42393272	9.3260%	1
E27	58.2424%	是	62.41813661	8.5933%	1
E28	50.0451%	是	55.04060784	9.4950%	1
E29	43.7693%	是	49.39237188	10.1854%	1
E30	80.7079%	是	82.6371383	6.1221%	1
E31	35.9333%	否	0	0.0000%	0
E32	35.5687%	否	0	0.0000%	0
E33	67.5927%	是	70.83341627	7.5648%	1
E34	52.5846%	是	57.32615696	9.2157%	1
E35	62.2965%	是	66.06686591	8.1474%	1
E36	52.0901%	是	56.88105013	9.2701%	1
E37	67.2499%	是	70.52491808	7.6025%	1
E38	74.9940%	是	77.49457949	6.7507%	1
E39	45.7221%	否	0	0.0000%	0
E40	64.0444%	是	67.63998618	7.9551%	1
E41	61.0276%	是	64.92481061	8.2870%	1
E42	55.2151%	是	59.69362969	8.9263%	1
E43	57.2734%	是	61.54603712	8.6999%	1
E44	40.1548%	否	0	0.0000%	0
E45	45.1485%	是	50.63364837	10.0337%	1
E46	48.0120%	是	53.2107897	9.7187%	1

E47	39.7843%	是	45.80586299	10.6237%	1
E48	48.1505%	是	53.33541819	9.7034%	1
E49	50.5648%	是	55.50835236	9.4379%	1
E50	38.4024%	否	0	0.0000%	0
E51	52.4315%	是	57.18835239	9.2325%	1
E52	42.7126%	否	0	0.0000%	0
E53	59.6095%	是	63.64859305	8.4429%	1
E54	62.5465%	是	66.29181886	8.1199%	1
E55	44.5858%	否	0	0.0000%	0
E56	56.3750%	是	60.73753823	8.7987%	1
E57	46.9847%	是	52.28625235	9.8317%	1
E58	39.1494%	否	0	0.0000%	0
E59	34.5732%	否	0	0.0000%	0
E60	55.6093%	是	60.04838956	8.8830%	1
E61	42.9141%	是	48.6226841	10.2794%	1
E62	40.3587%	是	46.32285532	10.5605%	1
E63	42.2732%	是	48.04586689	10.3499%	1
E64	99.7263%	否	0	0.0000%	0
E65	36.4307%	否	0	0.0000%	0
E66	49.8850%	是	54.89654272	9.5126%	1
E67	66.5778%	是	69.92006274	7.6764%	1
E68	38.4051%	否	0	0.0000%	0
E69	72.9724%	是	75.67515388	6.9730%	1
E70	52.7018%	是	57.43166238	9.2028%	1
E71	49.0808%	是	54.17275106	9.6011%	1
E72	45.7226%	是	51.1502976	9.9705%	1
E73	48.6274%	是	53.76468459	9.6510%	1
E74	50.4180%	是	55.37618355	9.4540%	1
E75	47.0886%	否	0	0.0000%	0
E76	38.0840%	是	44.27563112	10.8108%	1
E77	43.4005%	否	0	0.0000%	0
E78	48.4584%	否	0	0.0000%	0
E79	39.0697%	是	45.16275603	10.7023%	1
E80	53.2256%	是	57.90301785	9.1452%	1
E81	73.4702%	是	76.12314001	6.9183%	1
E82	42.2931%	是	48.06378245	10.3478%	1
E83	45.8918%	是	51.30260664	9.9519%	1
E84	45.4473%	是	50.90260005	10.0008%	1
E85	51.8557%	否	0	0.0000%	0
E86	70.6219%	是	73.55973607	7.2316%	1

E87	49.8439%	是	54.85955086	9.5172%	1
E88	55.2600%	是	59.73401524	8.9214%	1
E89	57.4208%	是	61.67875911	8.6837%	1
E90	57.2377%	是	61.51394318	8.7039%	1
E91	68.4644%	是	71.61794882	7.4689%	1
E92	53.7624%	是	58.38618274	9.0861%	1
E93	58.2052%	是	62.3846567	8.5974%	1
E94	99.8091%	否	0	0.0000%	0
E95	90.7726%	否	0	0.0000%	0
E96	68.2841%	否	0	0.0000%	0
E97	45.2756%	是	50.74801535	10.0197%	1
E98	50.9662%	是	55.86959786	9.3937%	1
E99	76.0022%	否	0	0.0000%	0
E100	47.3975%	否	0	0.0000%	0
E101	31.5966%	否	0	0.0000%	0
E102	47.3688%	是	52.63195164	9.7894%	1
E103	41.5293%	否	0	0.0000%	0
E104	42.9028%	否	0	0.0000%	0
E105	66.0346%	是	69.43115364	7.7362%	1
E106	47.6212%	否	0	0.0000%	0
E107	60.6742%	是	64.60680015	8.3258%	1
E108	46.3856%	否	0	0.0000%	0
E109	44.4608%	是	50.01469598	10.1093%	1
E110	49.7535%	是	54.77814942	9.5271%	1
E111	45.0628%	是	50.55647696	10.0431%	1
E112	49.5593%	是	54.60336256	9.5485%	1
E113	75.8987%	是	78.30879468	6.6511%	1
E114	74.9650%	否	0	0.0000%	0
E115	51.6601%	是	56.49408601	9.3174%	1
E116	51.3332%	否	0	0.0000%	0
E117	99.6100%	否	0	0.0000%	0
E118	53.2552%	是	57.92971686	9.1419%	1
E119	99.7978%	否	0	0.0000%	0
E120	44.6339%	是	50.17047418	10.0903%	1
E121	69.8176%	是	72.8358369	7.3201%	1
E122	58.8167%	是	62.93498611	8.5302%	1
E123	56.6072%	是	60.94651063	8.7732%	1
E124	42.9074%	否	0	0.0000%	0
E125	54.2911%	否	0	0.0000%	0
E126	36.5712%	是	42.91410755	10.9772%	1

E127	64.1344%	是	67.720932	7.9452%	1
E128	53.9571%	否	0	0.0000%	0
E129	45.2684%	是	50.74158136	10.0205%	1
E130	60.1185%	否	0	0.0000%	0
E131	51.4167%	是	56.27502516	9.3442%	1
E132	49.2573%	是	54.33158189	9.5817%	1
E133	42.4228%	是	48.18055878	10.3335%	1
E134	51.9523%	否	0	0.0000%	0
E135	46.3625%	是	51.72625702	9.9001%	1
E136	62.5604%	是	66.3043396	8.1184%	1
E137	50.7014%	否	0	0.0000%	0
E138	51.8302%	否	0	0.0000%	0
E139	38.4737%	否	0	0.0000%	0
E140	71.5164%	是	74.3647313	7.1332%	1
E141	99.8170%	否	0	0.0000%	0
E142	59.0918%	否	0	0.0000%	0
E143	49.8185%	是	54.83668635	9.5200%	1
E144	58.7374%	是	62.86369324	8.5389%	1
E145	46.6643%	是	51.99789962	9.8669%	1
E146	61.6901%	是	65.52105749	8.2141%	1
E147	72.2973%	是	75.06754745	7.0473%	1
E148	68.4903%	否	0	0.0000%	0
E149	46.7173%	否	0	0.0000%	0
E150	40.8959%	是	46.80635064	10.5014%	1
E151	51.4362%	否	0	0.0000%	0
E152	71.7409%	是	74.56680323	7.1085%	1
E153	67.4073%	否	0	0.0000%	0
E154	41.7406%	否	0	0.0000%	0
E155	41.3689%	否	0	0.0000%	0
E156	37.7072%	否	0	0.0000%	0
E157	41.1174%	否	0	0.0000%	0
E158	42.4966%	否	0	0.0000%	0
E159	78.2173%	否	0	0.0000%	0
E160	34.2715%	否	0	0.0000%	0
E161	44.0383%	否	0	0.0000%	0
E162	71.1804%	是	74.06238644	7.1702%	1
E163	72.2463%	否	0	0.0000%	0
E164	54.5675%	否	0	0.0000%	0
E165	70.0889%	否	0	0.0000%	0
E166	49.0594%	是	54.15346504	9.6035%	1

E167	59.4958%	是	63.54624029	8.4555%	1
E168	66.2586%	否	0	0.0000%	0
E169	34.4108%	否	0	0.0000%	0
E170	45.1472%	否	0	0.0000%	0
E171	63.1123%	是	66.80108222	8.0576%	1
E172	62.5612%	否	0	0.0000%	0
E173	52.7258%	否	0	0.0000%	0
E174	51.3788%	否	0	0.0000%	0
E175	53.9562%	否	0	0.0000%	0
E176	46.3732%	否	0	0.0000%	0
E177	50.3996%	否	0	0.0000%	0
E178	41.4196%	否	0	0.0000%	0
E179	48.0088%	否	0	0.0000%	0
E180	60.4402%	是	64.39613809	8.3516%	1
E181	42.9725%	否	0	0.0000%	0
E182	54.9260%	是	59.43342294	8.9581%	1
E183	55.0011%	否	0	0.0000%	0
E184	56.7319%	否	0	0.0000%	0
E185	66.1760%	否	0	0.0000%	0
E186	64.0657%	否	0	0.0000%	0
E187	39.4529%	否	0	0.0000%	0
E188	50.9907%	否	0	0.0000%	0
E189	31.6827%	否	0	0.0000%	0
E190	39.9835%	否	0	0.0000%	0
E191	54.3357%	否	0	0.0000%	0
E192	35.1300%	否	0	0.0000%	0
E193	49.8977%	否	0	0.0000%	0
E194	62.2559%	否	0	0.0000%	0
E195	56.5536%	否	0	0.0000%	0
E196	42.3286%	否	0	0.0000%	0
E197	40.1566%	否	0	0.0000%	0
E198	57.0523%	否	0	0.0000%	0
E199	38.5692%	否	0	0.0000%	0
E200	79.9091%	否	0	0.0000%	0
E201	57.5437%	否	0	0.0000%	0
E202	37.2351%	否	0	0.0000%	0
E203	45.2271%	否	0	0.0000%	0
E204	42.6392%	否	0	0.0000%	0
E205	52.5143%	否	0	0.0000%	0
E206	29.3541%	否	0	0.0000%	0

E207	31.0958%	否	0	0.0000%	0
E208	42.1989%	否	0	0.0000%	0
E209	41.6929%	是	47.52363856	10.4138%	1
E210	47.1977%	否	0	0.0000%	0
E211	40.1795%	否	0	0.0000%	0
E212	66.0936%	否	0	0.0000%	0
E213	46.6152%	否	0	0.0000%	0
E214	48.0923%	否	0	0.0000%	0
E215	45.6142%	否	0	0.0000%	0
E216	37.5467%	否	0	0.0000%	0
E217	60.3916%	否	0	0.0000%	0
E218	43.2890%	否	0	0.0000%	0
E219	60.3951%	否	0	0.0000%	0
E220	39.2626%	否	0	0.0000%	0
E221	38.4410%	否	0	0.0000%	0
E222	55.2627%	否	0	0.0000%	0
E223	40.2590%	否	0	0.0000%	0
E224	64.4449%	否	0	0.0000%	0
E225	37.3558%	否	0	0.0000%	0
E226	30.0401%	否	0	0.0000%	0
E227	53.1455%	否	0	0.0000%	0
E228	54.7070%	否	0	0.0000%	0
E229	49.7998%	否	0	0.0000%	0
E230	56.7999%	否	0	0.0000%	0
E231	46.8562%	否	0	0.0000%	0
E232	39.3389%	否	0	0.0000%	0
E233	31.8521%	否	0	0.0000%	0
E234	40.1389%	否	0	0.0000%	0
E235	51.3380%	否	0	0.0000%	0
E236	40.9426%	否	0	0.0000%	0
E237	57.6826%	否	0	0.0000%	0
E238	72.4462%	否	0	0.0000%	0
E239	45.9343%	否	0	0.0000%	0
E240	70.4050%	否	0	0.0000%	0
E241	46.3652%	否	0	0.0000%	0
E242	54.0178%	否	0	0.0000%	0
E243	38.2774%	否	0	0.0000%	0
E244	43.5267%	否	0	0.0000%	0
E245	81.6224%	否	0	0.0000%	0
E246	40.1222%	否	0	0.0000%	0

E247	36.2222%	否	0	0.0000%	0
E248	64.1755%	否	0	0.0000%	0
E249	44.6136%	否	0	0.0000%	0
E250	33.1999%	否	0	0.0000%	0
E251	62.2528%	否	0	0.0000%	0
E252	37.1993%	否	0	0.0000%	0
E253	56.2696%	否	0	0.0000%	0
E254	84.3344%	否	0	0.0000%	0
E255	61.9678%	否	0	0.0000%	0
E256	85.9830%	否	0	0.0000%	0
E257	50.0411%	否	0	0.0000%	0
E258	28.1552%	否	0	0.0000%	0
E259	29.3531%	否	0	0.0000%	0
E260	50.6096%	否	0	0.0000%	0
E261	57.6370%	否	0	0.0000%	0
E262	97.0865%	否	0	0.0000%	0
E263	62.6483%	否	0	0.0000%	0
E264	44.4388%	否	0	0.0000%	0
E265	47.2386%	否	0	0.0000%	0
E266	31.9964%	否	0	0.0000%	0
E267	28.5625%	否	0	0.0000%	0
E268	45.0568%	否	0	0.0000%	0
E269	51.9041%	否	0	0.0000%	0
E270	49.0466%	否	0	0.0000%	0
E271	99.2695%	否	0	0.0000%	0
E272	83.2401%	否	0	0.0000%	0
E273	42.6995%	否	0	0.0000%	0
E274	77.9142%	否	0	0.0000%	0
E275	30.1636%	否	0	0.0000%	0
E276	67.1015%	否	0	0.0000%	0
E277	45.0100%	否	0	0.0000%	0
E278	94.8294%	否	0	0.0000%	0
E279	51.2936%	否	0	0.0000%	0
E280	53.2885%	否	0	0.0000%	0
E281	78.3354%	否	0	0.0000%	0
E282	92.4273%	否	0	0.0000%	0
E283	72.3731%	否	0	0.0000%	0
E284	79.8769%	否	0	0.0000%	0
E285	63.9504%	否	0	0.0000%	0
E286	49.0938%	否	0	0.0000%	0

E287	31.2715%	否	0	0.0000%	0
E288	81.2250%	否	0	0.0000%	0
E289	43.1932%	否	0	0.0000%	0
E290	61.8850%	否	0	0.0000%	0
E291	68.2748%	否	0	0.0000%	0
E292	30.0311%	否	0	0.0000%	0
E293	43.2145%	否	0	0.0000%	0
E294	29.9074%	否	0	0.0000%	0
E295	52.4510%	否	0	0.0000%	0
E296	30.5589%	否	0	0.0000%	0
E297	46.6936%	否	0	0.0000%	0
E298	34.9588%	否	0	0.0000%	0
E299	47.8419%	否	0	0.0000%	0
E300	56.4983%	否	0	0.0000%	0
E301	54.9393%	否	0	0.0000%	0
E302	92.4893%	否	0	0.0000%	0

附录四:问题三结果

问题三银行的决策					
企业	企业守约率	是否贷款	贷款额度（万元）	贷款利率	贷款期限（年）
E1	33.0282%	否	0.0000	0.0000%	0
E2	41.4379%	是	47.2941	10.4418%	1
E3	64.6708%	是	68.2037	7.8862%	1
E4	77.2441%	是	79.5197	6.5031%	1
E5	52.1377%	是	56.9239	9.2649%	1
E6	56.5446%	是	60.8902	8.7801%	1
E7	39.3591%	是	45.4232	10.6705%	1
E8	43.0397%	是	48.7358	10.2656%	1
E9	44.9106%	是	50.4196	10.0598%	1
E10	44.2666%	是	49.8399	10.1307%	1
E11	50.1756%	是	55.1580	9.4807%	1
E12	43.6908%	是	49.3217	10.1940%	1
E13	30.6767%	否	0.0000	0.0000%	0
E14	41.1376%	是	47.0238	10.4749%	1
E15	39.4464%	是	45.5018	10.6609%	1
E16	47.9051%	是	53.1145	9.7304%	1

E17	48.9353%	是	54.0418	9.6171%	1
E18	40.2666%	是	46.2400	10.5707%	1
E19	40.2503%	是	46.2252	10.5725%	1
E20	37.7247%	是	43.9523	10.8503%	1
E21	44.1357%	是	49.7221	10.1451%	1
E22	33.9732%	否	0.0000	0.0000%	0
E23	35.1322%	否	0.0000	0.0000%	0
E24	38.3193%	是	44.4874	10.7849%	1
E25	39.6512%	是	45.6861	10.6384%	1
E26	41.1763%	是	47.0587	10.4706%	1
E27	41.3721%	是	47.2349	10.4491%	1
E28	41.3493%	是	47.2144	10.4516%	1
E29	39.2359%	是	45.3124	10.6840%	1
E30	53.5142%	是	58.1628	9.1134%	1
E31	29.3185%	否	0.0000	0.0000%	0
E32	30.9802%	否	0.0000	0.0000%	0
E33	48.2325%	是	53.4093	9.6944%	1
E34	41.3491%	是	47.2142	10.4516%	1
E35	44.1593%	是	49.7434	10.1425%	1
E36	41.0337%	是	46.9304	10.4863%	1
E37	42.4011%	是	48.1610	10.3359%	1
E38	49.4562%	是	54.5106	9.5598%	1
E39	34.5770%	否	0.0000	0.0000%	0
E40	41.6322%	是	47.4690	10.4205%	1
E41	43.0930%	是	48.7837	10.2598%	1
E42	41.1780%	是	47.0602	10.4704%	1
E43	40.1709%	是	46.1538	10.5812%	1
E44	30.9413%	否	0.0000	0.0000%	0
E45	38.8802%	是	44.9922	10.7232%	1
E46	40.5221%	是	46.4699	10.5426%	1
E47	38.4104%	是	44.5693	10.7749%	1
E48	38.1338%	是	44.3205	10.8053%	1
E49	39.0144%	是	45.1129	10.7084%	1
E50	31.3511%	否	0.0000	0.0000%	0
E51	41.2410%	是	47.1169	10.4635%	1
E52	32.0738%	否	0.0000	0.0000%	0
E53	43.0693%	是	48.7624	10.2624%	1
E54	42.4364%	是	48.1928	10.3320%	1
E55	32.3890%	否	0.0000	0.0000%	0
E56	40.7174%	是	46.6457	10.5211%	1

E57	41.9533%	是	47.7579	10.3851%	1
E58	31.0105%	否	0.0000	0.0000%	0
E59	31.0866%	否	0.0000	0.0000%	0
E60	41.3669%	是	47.2302	10.4496%	1
E61	39.9032%	是	45.9129	10.6106%	1
E62	40.0259%	是	46.0233	10.5972%	1
E63	38.4907%	是	44.6417	10.7660%	1
E64	60.5619%	否	0.0000	0.0000%	0
E65	31.2438%	否	0.0000	0.0000%	0
E66	42.6629%	是	48.3967	10.3071%	1
E67	46.5143%	是	51.8628	9.8834%	1
E68	31.9197%	否	0.0000	0.0000%	0
E69	43.8751%	是	49.4876	10.1737%	1
E70	42.5976%	是	48.3378	10.3143%	1
E71	41.0230%	是	46.9207	10.4875%	1
E72	39.1836%	是	45.2652	10.6898%	1
E73	38.7670%	是	44.8903	10.7356%	1
E74	40.5164%	是	46.4647	10.5432%	1
E75	32.8401%	否	0.0000	0.0000%	0
E76	35.7799%	是	42.2019	11.0642%	1
E77	32.2464%	否	0.0000	0.0000%	0
E78	33.7657%	否	0.0000	0.0000%	0
E79	38.0494%	是	44.2445	10.8146%	1
E80	39.9884%	是	45.9896	10.6013%	1
E81	45.2519%	是	50.7267	10.0223%	1
E82	36.7690%	是	43.0921	10.9554%	1
E83	38.8594%	是	44.9734	10.7255%	1
E84	39.5774%	是	45.6196	10.6465%	1
E85	33.4030%	否	0.0000	0.0000%	0
E86	47.1063%	是	52.3957	9.8183%	1
E87	40.2537%	是	46.2283	10.5721%	1
E88	40.8623%	是	46.7761	10.5051%	1
E89	40.6051%	是	46.5446	10.5334%	1
E90	43.8939%	是	49.5045	10.1717%	1
E91	43.0241%	是	48.7217	10.2673%	1
E92	39.6446%	是	45.6801	10.6391%	1
E93	41.6288%	是	47.4659	10.4208%	1
E94	62.5600%	否	0.0000	0.0000%	0
E95	45.6109%	否	0.0000	0.0000%	0
E96	37.6471%	否	0.0000	0.0000%	0

E97	38.8895%	是	45.0006	10.7222%	1
E98	42.9567%	是	48.6610	10.2748%	1
E99	40.2948%	否	0.0000	0.0000%	0
E100	33.4657%	否	0.0000	0.0000%	0
E101	29.7688%	否	0.0000	0.0000%	0
E102	38.5877%	是	44.7290	10.7554%	1
E103	32.1008%	否	0.0000	0.0000%	0
E104	32.5389%	否	0.0000	0.0000%	0
E105	44.1111%	是	49.7000	10.1478%	1
E106	32.9041%	否	0.0000	0.0000%	0
E107	42.4021%	是	48.1619	10.3358%	1
E108	33.1748%	否	0.0000	0.0000%	0
E109	39.1787%	是	45.2609	10.6903%	1
E110	41.2450%	是	47.1205	10.4630%	1
E111	39.5687%	是	45.6118	10.6474%	1
E112	40.0780%	是	46.0702	10.5914%	1
E113	45.7355%	是	51.1619	9.9691%	1
E114	39.9200%	否	0.0000	0.0000%	0
E115	42.2207%	是	47.9986	10.3557%	1
E116	33.8679%	否	0.0000	0.0000%	0
E117	62.1121%	否	0.0000	0.0000%	0
E118	40.2558%	是	46.2302	10.5719%	1
E119	64.3853%	否	0.0000	0.0000%	0
E120	38.0431%	是	44.2388	10.8153%	1
E121	45.9338%	是	51.3405	9.9473%	1
E122	40.8065%	是	46.7258	10.5113%	1
E123	42.7634%	是	48.4871	10.2960%	1
E124	32.7177%	否	0.0000	0.0000%	0
E125	35.4883%	否	0.0000	0.0000%	0
E126	36.5302%	是	42.8772	10.9817%	1
E127	42.2048%	是	47.9843	10.3575%	1
E128	34.9720%	否	0.0000	0.0000%	0
E129	39.8691%	是	45.8822	10.6144%	1
E130	35.8216%	否	0.0000	0.0000%	0
E131	40.6485%	是	46.5837	10.5287%	1
E132	40.7507%	是	46.6757	10.5174%	1
E133	39.0251%	是	45.1226	10.7072%	1
E134	34.1853%	否	0.0000	0.0000%	0
E135	39.6863%	是	45.7176	10.6345%	1
E136	43.5836%	是	49.2252	10.2058%	1

E137	33.9888%	否	0.0000	0.0000%	0
E138	34.8426%	否	0.0000	0.0000%	0
E139	31.4410%	否	0.0000	0.0000%	0
E140	46.0723%	是	51.4650	9.9321%	1
E141	65.0939%	否	0.0000	0.0000%	0
E142	36.2190%	否	0.0000	0.0000%	0
E143	39.8623%	是	45.8761	10.6151%	1
E144	43.2362%	是	48.9126	10.2440%	1
E145	40.1948%	是	46.1753	10.5786%	1
E146	43.2667%	是	48.9400	10.2407%	1
E147	46.0497%	是	51.4448	9.9345%	1
E148	38.0995%	否	0.0000	0.0000%	0
E149	34.0077%	否	0.0000	0.0000%	0
E150	40.5164%	是	46.4648	10.5432%	1
E151	34.3914%	否	0.0000	0.0000%	0
E152	45.4645%	是	50.9180	9.9989%	1
E153	37.9738%	否	0.0000	0.0000%	0
E154	33.0647%	否	0.0000	0.0000%	0
E155	32.0913%	否	0.0000	0.0000%	0
E156	31.0600%	否	0.0000	0.0000%	0
E157	31.9803%	否	0.0000	0.0000%	0
E158	35.4635%	否	0.0000	0.0000%	0
E159	40.3271%	否	0.0000	0.0000%	0
E160	30.8059%	否	0.0000	0.0000%	0
E161	32.8492%	否	0.0000	0.0000%	0
E162	45.3891%	是	50.8502	10.0072%	1
E163	39.7995%	否	0.0000	0.0000%	0
E164	34.7378%	否	0.0000	0.0000%	0
E165	38.3793%	否	0.0000	0.0000%	0
E166	40.0839%	是	46.0755	10.5908%	1
E167	42.3208%	是	48.0887	10.3447%	1
E168	36.6816%	否	0.0000	0.0000%	0
E169	30.5601%	否	0.0000	0.0000%	0
E170	33.0947%	否	0.0000	0.0000%	0
E171	43.9814%	是	49.5833	10.1620%	1
E172	37.5794%	否	0.0000	0.0000%	0
E173	33.6361%	否	0.0000	0.0000%	0
E174	34.7235%	否	0.0000	0.0000%	0
E175	34.2823%	否	0.0000	0.0000%	0
E176	33.4061%	否	0.0000	0.0000%	0

E177	36.8872%	否	0.0000	0.0000%	0
E178	32.2397%	否	0.0000	0.0000%	0
E179	34.0768%	否	0.0000	0.0000%	0
E180	42.9588%	是	48.6629	10.2745%	1
E181	32.5335%	否	0.0000	0.0000%	0
E182	39.6371%	是	45.6734	10.6399%	1
E183	34.7080%	否	0.0000	0.0000%	0
E184	35.0637%	否	0.0000	0.0000%	0
E185	37.1088%	否	0.0000	0.0000%	0
E186	37.0365%	否	0.0000	0.0000%	0
E187	31.3234%	否	0.0000	0.0000%	0
E188	33.5414%	否	0.0000	0.0000%	0
E189	29.4325%	否	0.0000	0.0000%	0
E190	31.6625%	否	0.0000	0.0000%	0
E191	34.7984%	否	0.0000	0.0000%	0
E192	31.1571%	否	0.0000	0.0000%	0
E193	33.4376%	否	0.0000	0.0000%	0
E194	35.5858%	否	0.0000	0.0000%	0
E195	34.9672%	否	0.0000	0.0000%	0
E196	32.7758%	否	0.0000	0.0000%	0
E197	31.7965%	否	0.0000	0.0000%	0
E198	35.7031%	否	0.0000	0.0000%	0
E199	31.2208%	否	0.0000	0.0000%	0
E200	40.9227%	否	0.0000	0.0000%	0
E201	31.6531%	否	0.0000	0.0000%	0
E202	31.7862%	否	0.0000	0.0000%	0
E203	33.0804%	否	0.0000	0.0000%	0
E204	32.3544%	否	0.0000	0.0000%	0
E205	34.7339%	否	0.0000	0.0000%	0
E206	25.0451%	否	0.0000	0.0000%	0
E207	30.1828%	否	0.0000	0.0000%	0
E208	31.9432%	否	0.0000	0.0000%	0
E209	38.8316%	是	44.9484	10.7285%	1
E210	36.8276%	否	0.0000	0.0000%	0
E211	31.8456%	否	0.0000	0.0000%	0
E212	36.9621%	否	0.0000	0.0000%	0
E213	33.1858%	否	0.0000	0.0000%	0
E214	33.6188%	否	0.0000	0.0000%	0
E215	34.4083%	否	0.0000	0.0000%	0
E216	31.4835%	否	0.0000	0.0000%	0

E217	36.1886%	否	0.0000	0.0000%	0
E218	32.1034%	否	0.0000	0.0000%	0
E219	35.4629%	否	0.0000	0.0000%	0
E220	29.3071%	否	0.0000	0.0000%	0
E221	31.2061%	否	0.0000	0.0000%	0
E222	35.0972%	否	0.0000	0.0000%	0
E223	31.7925%	否	0.0000	0.0000%	0
E224	36.6261%	否	0.0000	0.0000%	0
E225	30.5121%	否	0.0000	0.0000%	0
E226	30.1631%	否	0.0000	0.0000%	0
E227	33.7570%	否	0.0000	0.0000%	0
E228	35.2413%	否	0.0000	0.0000%	0
E229	36.0921%	否	0.0000	0.0000%	0
E230	34.8184%	否	0.0000	0.0000%	0
E231	33.6223%	否	0.0000	0.0000%	0
E232	31.5654%	否	0.0000	0.0000%	0
E233	30.6200%	否	0.0000	0.0000%	0
E234	31.2671%	否	0.0000	0.0000%	0
E235	31.2901%	否	0.0000	0.0000%	0
E236	30.2580%	否	0.0000	0.0000%	0
E237	32.3265%	否	0.0000	0.0000%	0
E238	38.7455%	否	0.0000	0.0000%	0
E239	32.4400%	否	0.0000	0.0000%	0
E240	37.2675%	否	0.0000	0.0000%	0
E241	34.9197%	否	0.0000	0.0000%	0
E242	34.1384%	否	0.0000	0.0000%	0
E243	31.5654%	否	0.0000	0.0000%	0
E244	32.4644%	否	0.0000	0.0000%	0
E245	40.3893%	否	0.0000	0.0000%	0
E246	31.1889%	否	0.0000	0.0000%	0
E247	28.9640%	否	0.0000	0.0000%	0
E248	36.7750%	否	0.0000	0.0000%	0
E249	32.5989%	否	0.0000	0.0000%	0
E250	29.8834%	否	0.0000	0.0000%	0
E251	35.7812%	否	0.0000	0.0000%	0
E252	29.9633%	否	0.0000	0.0000%	0
E253	34.1966%	否	0.0000	0.0000%	0
E254	42.0444%	否	0.0000	0.0000%	0
E255	36.0748%	否	0.0000	0.0000%	0
E256	42.5523%	否	0.0000	0.0000%	0

E257	32.9635%	否	0.0000	0.0000%	0
E258	25.2593%	否	0.0000	0.0000%	0
E259	29.4626%	否	0.0000	0.0000%	0
E260	33.4275%	否	0.0000	0.0000%	0
E261	34.7626%	否	0.0000	0.0000%	0
E262	51.6631%	否	0.0000	0.0000%	0
E263	36.0140%	否	0.0000	0.0000%	0
E264	32.5261%	否	0.0000	0.0000%	0
E265	33.1482%	否	0.0000	0.0000%	0
E266	30.0716%	否	0.0000	0.0000%	0
E267	28.6147%	否	0.0000	0.0000%	0
E268	32.0272%	否	0.0000	0.0000%	0
E269	33.5092%	否	0.0000	0.0000%	0
E270	34.1391%	否	0.0000	0.0000%	0
E271	62.2020%	否	0.0000	0.0000%	0
E272	41.4642%	否	0.0000	0.0000%	0
E273	32.7769%	否	0.0000	0.0000%	0
E274	39.7881%	否	0.0000	0.0000%	0
E275	30.2982%	否	0.0000	0.0000%	0
E276	36.5273%	否	0.0000	0.0000%	0
E277	32.3928%	否	0.0000	0.0000%	0
E278	48.4831%	否	0.0000	0.0000%	0
E279	33.9323%	否	0.0000	0.0000%	0
E280	34.5779%	否	0.0000	0.0000%	0
E281	39.3360%	否	0.0000	0.0000%	0
E282	45.6683%	否	0.0000	0.0000%	0
E283	40.4006%	否	0.0000	0.0000%	0
E284	40.1761%	否	0.0000	0.0000%	0
E285	36.5477%	否	0.0000	0.0000%	0
E286	33.4559%	否	0.0000	0.0000%	0
E287	29.4176%	否	0.0000	0.0000%	0
E288	40.2289%	否	0.0000	0.0000%	0
E289	31.9687%	否	0.0000	0.0000%	0
E290	36.2500%	否	0.0000	0.0000%	0
E291	37.2724%	否	0.0000	0.0000%	0
E292	30.1619%	否	0.0000	0.0000%	0
E293	32.0636%	否	0.0000	0.0000%	0
E294	30.0332%	否	0.0000	0.0000%	0
E295	33.5283%	否	0.0000	0.0000%	0
E296	30.8695%	否	0.0000	0.0000%	0

E297	33.1677%	否	0.0000	0.0000%	0
E298	30.4868%	否	0.0000	0.0000%	0
E299	33.5514%	否	0.0000	0.0000%	0
E300	35.5959%	否	0.0000	0.0000%	0
E301	34.5768%	否	0.0000	0.0000%	0
E302	45.9041%	否	0.0000	0.0000%	0

附录五：

文件名：dealdata.m
解决问题：过滤筛选异常数据。
<pre> %对“123家有信贷记录企业的相关数据”表格我们进行了如下的 %1、发票状态的处理，将有效发票作为1，将作废发票作为0； %2、通过Matlab将发票状态为作废发票的发票信息过滤筛除掉； %3、按4个标准差将数据中的异常大小数据进行了过滤筛选。 %data = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','G2:G404');%企业一2017年进货信息 %异常数据的处理（默认按4个标准偏差） %去除异常数据，包括NaN, Inf,和异常大小数据 function data = trim(data,outval) %data:列状数据，每列来自一个总体 %outval: 系数因子,离均值超过 outval 倍标准差被判为异常大小，默认值为4 if nargin<2 outval=4 end outliers=(isnan(data) abs(data)==inf); %筛选出异常字符或者绝对值为无穷大的作为异常数据 [n,m]=size(data); if m>1, data(any(outliers'),:)=[]; else data(find(outliers'),:)=[]; end [n,m]=size(data); mu=mean(data); sigma=std(data); outliers=(abs(data-ones(n,1)*mu)>outval*ones(n,1)*sigma); if m>1 data(any(outliers'),:)=[]; else data(find(outliers'),:)=[]; end clear rng default; %设定随机数种子，结果可再现 </pre>

```

c=normrnd(10,2,1000,1);
%1000 个正态分布 N (10,2^2 随机数)
c(1)=NaN;c(2)=c(2)*1000;
%假设两个数出了异常差错，一个 NaN，一个放大 10000 倍
mean(c),nanmean(c)
trimmean(c,2) %trimmean 忽略上下各 1%数据的均值
ct=trim(2);mean(ct),std(ct) %清除异常数据，检验均值、标准差结果是否正常

```

文件名：xxt.m

解决问题：将数据可视化，方便处理。

```

data = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','A2:F210948'); %读入需要预处理的数据
boxplot(data(:,3:5),1:3); %调用箱型图命令
title('箱型图')
xlabel('样本属性名称')
ylabel('样本数值大小')
set(xlabel('样本属性名称'),'FontSize',22)
set(ylabel('样本数值大小'),'FontSize',22)
set(title('箱型图'),'FontSize',22) %设置横纵轴、标题文本字体大小

```

文件名：logistic_1.m

解决问题：建立 logistic 函数

```

x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\data1.xlsx','A1:F123');
x1=x(:,1);
x2=x(:,2);
x3=x(:,3);
x4=x(:,4);
x5=x(:,5);
x6=x(:,6); %拆分大矩阵为 6 个小矩阵
a=zeros(123,1); %一个与上述矩阵同 size 的零矩阵（数组预分配）
for i=1:123
a(i,1)=1/(1+exp(0.9347-11.163*x1(i,1)+0.3755*x2(i,1)-0.9628*x3(i,1)-1.7819e-10*x4(i,1)-0.0512*x5(i,1)+4.4326e-06*x6(i,1)));
end
%回归系数确定的基本流程与步骤
x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\data1.xlsx','A1:F123');
X1=ones(size(x,1),1);
X=[X1,x];
Y=zeros(123,1);
Y(1:61,1)=0;
Y(62:123,1)=1;
b=regress(Y,X);

```

文件名: jxje.m

解决问题: 计算各企业进项发票总金额数

```
x1 = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','A2:F210948');%企业进货信息
a=zeros(1,123);
b=zeros(1,123);
s=zeros(1,123); %数组预分配
for i=1:123
    for j=2:210947 %遍历循环矩阵 x1
        if x1(j-1,1)==i&&x1(j,1)~=i %两组条件结合找出各企业起终点
            s(1,i)=j-1;
        end
    end
end
s=[1,s];
s(1,124)=210947;
for i=1:123
    a(1,i)=std(x1(s(1,i):s(1,i+1),5)); %标准偏差的求解
    b(1,i)=mean(x1(s(1,i):s(1,i+1),5)); %平均数的求解
end
c=a./b; %变异系数的定义
c=c' %再转置
```

文件名: LINGO1.lg4

解决问题: 多目标规划模型的求解

```
model:
sets:
qiye/1..123/:r,x,p;
endsets
data:
p=@ole('C:\Users\Administrator\Desktop\企业守约率.xlsx',p);
enddata
!max=0.5* @sum(qiye(i):(r(i)-p(i))*x(i))-0.5* @sum(qiye(i):p(i)*x(i));
max=@sum(qiye(i):(r(i)-p(i))*x(i));
@sum(qiye(i):x(i))<=12300;
@sum(qiye(i):x(i))>=1230;
@for(qiye(i):x(i)<=100);
@for(qiye(i):x(i)>=10);
@for(qiye(i):r(i)>=0.04);
@for(qiye(i):r(i)<=0.0985);
end
```

文件名: jxje.m

解决问题: 计算各企业销项发票总金额数

```

clc;
clear all;
data = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','A2:F210948');
%各企业进项发票总金额数
a2=zeros(1,123); %预分配
for i=1:123
    for j=1:194186 %遍历循环
        if ans(j,1)==i
            a2(1,i)=a2(1,i)+ans(j,5)*ans(j,6); %企业发票金额叠加
        end
    end
end
end
a2;

```

文件名：zfb1.m

解决问题：计算各企业进项发票票数作废比例

```

%各企业进项发票票数作废比例计算
clc;
clear all;
x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','A2:F210948');
s1=zeros(123,1); %每个企业的总发票数矩阵
s2=zeros(123,1); %每个企业的作废票数矩阵
for i=1:123
    for j=1:210947
        if x(j,1)==i
            s1(i,1)=s1(i,1)+1;
            if x(j,6)==0
                s2(i,1)=s2(i,1)+1;
            end
        end
    end
end
end
s=s2./s1; %票数作废比例计算
%直方图的制作
bar(s)
xlabel('企业代码')
ylabel('各企业进项发票票数作废比例')
axis([0,125,0,0.14])
set(xlabel('企业代码'),'FontSize',12)
set(ylabel('各企业进项发票票数作废比例'),'FontSize',12)

```

文件名: xxje.m
解决问题: 计算各企业销项发票总金额数
<pre> clc; clear all; data = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','销项发票信息','A2:F162485'); %各企业销项发票总金额数 a1=zeros(1,123); %预分配 for i=1:123 for j=1:151625 %遍历循环 if ans(j,1)==i a1(1,i)=a1(1,i)+ans(j,5)*ans(j,6); %企业发票金额叠加 end end end a1;</pre>

文件名: zfb12.m
解决问题: 计算各企业销项发票票数作废比例
<pre> %各企业销项发票票数作废比例计算 clc; clear all; x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','销项发票信息','A2:F162485'); s1=zeros(123,1); %每个企业的总发票数矩阵 s2=zeros(123,1); %每个企业的作废票数矩阵 for i=1:123 for j=1:162484 if x(j,1)==i s1(i,1)=s1(i,1)+1; if x(j,6)==0 s2(i,1)=s2(i,1)+1; end end end end s=s2./s1;%票数作废比例计算 bar(s) %直方图的制作</pre>

文件名: nh.m
解决问题: 确定银行贷款年利率与客户流失率关系函数图
<pre> clear all clc</pre>

```

x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\银行贷款年利率与客户流失率关系的统计数据.xlsx','A3:D31');
x2=0.04:0.01:0.15;
y=2.2386+0.669*log(x2);
plot(x2,y,'k','LineWidth',3)
hold on %拟合曲线
plot(x(:,1),x(:,2),'r','LineWidth',3);
hold on %信誉度 A 下的银行贷款年利率与客户流失率的曲线
scatter(x(:,1),x(:,3),'g','filled');
hold on %信誉度 B 下的银行贷款年利率与客户流失率的曲线
scatter(x(:,1),x(:,4),'pb');
hold off %信誉度 C 下的银行贷款年利率与客户流失率的曲线
xlabel('贷款年利率');
ylabel('客户流失率');
title('各信誉级别的客户流失率随贷款年利率变化的趋势图')
set(xlabel('贷款年利率'),'FontSize',22)
set(ylabel('客户流失率'),'FontSize',22)
set(title('各信誉级别的客户流失率随贷款年利率变化的趋势图'),'FontSize',22)

```

文件名: PCA.m

解决问题: 主成分分析

```

% clear all;
% clc;
% y1 = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\ 第一问结果.xlsx','A2:A124');%企业守约率
% x1 = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','企业信息','E2:E124');
% scatter(x1,y1,'filled')
% xlabel('企业信誉评分分数');
% ylabel('企业守约率');
% title('企业信誉评分分数和企业守约率的关系示意图')
% set(xlabel('企业信誉评分分数'),'FontSize',22)
% set(ylabel('企业守约率'),'FontSize',22)
% set(title('企业信誉评分分数和企业守约率的关系图'),'FontSize',22)

gj = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\data1.xlsx','A1:F123');
gj = zscore(gj); %数据标准化
r=corrcoef(gj); %计算相关系数矩阵
[vec1,lamda,rate]=pcacov(r)
contr=cumsum(rate) %计算累积贡献率
f=repmat(sign(sum(vec1)),size(vec1,1),1);
vec2=vec1.*f
num=5; %选取主成分的个数
df=gj*vec2(:,1:num); %计算各个主成分的得分

```

```

tf=df*rate(1:num)/100; %计算综合得分
[stf,ind]=sort(tf,'descend'); %把得分按照从高到低的次序排列
stf=stf',ind=ind'
scatter(tf,y1,'filled')
axis([-1.5,1.5,0.2,1])
xlabel('企业守约率综合得分');
ylabel('企业守约率');
title('企业守约率综合得分和企业守约率的关系示意图')
set(xlabel('企业守约率综合得分'),'FontSize',22)
set(ylabel('企业守约率'),'FontSize',22)
set(title('企业守约率综合得分和企业守约率的关系示意图'),'FontSize',22)

```

文件名：logstic_2.m

解决问题：建立 logistic 函数

```

x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\data2.xlsx','A1:F302');
%回归系数确定的基本流程与步骤
X1=ones(size(x,1),1);
X=[X1,x];
Y=zeros(302,1);
Y(1:101,1)=0;
Y(101:302,1)=1;
b=regress(Y,X);
x1=x(:,2);
x2=x(:,2);
x3=x(:,3);
x4=x(:,4);
x5=x(:,5);
x6=x(:,6); %拆分大矩阵为 6 个小矩阵
a=zeros(302,1); %一个与上述矩阵同 size 的零矩阵（数组预分配）
for i=1:302
a(i,1)=1/(1+exp(0.9146-7.6634*x1(i,1)+0.0054*x2(i,1)-0.1008*x3(i,1)-2.7541e-09*x4(i,1)-0.0233*x5(i,1)+4.4710e-05*x6(i,1)));
end

```

文件名：byxs_2.m

解决问题：计算变异系数

```

x1 = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\302 家无信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','A2:F330836');%企业进货信息
a=zeros(1,302);
b=zeros(1,302);
s=zeros(1,302);%数组预分配
for i=1:302
    for j=2:330835 %遍历循环矩阵 x1

```



```

        if x1(j-1,1)==(i+123) && x1(j,1)~=(i+123) %两组条件结合找出各企业
起终点
            s(1,i)=j-1;
        end
    end
end
s=[1,s];
s(1,303)=330835;
for i=1:302
    a(1,i)=std(x1(s(1,i):s(1,i+1),5)); %标准偏差的求解
    b(1,i)=mean(x1(s(1,i):s(1,i+1),5)); %平均数的求解
end
c=a./b; %变异系数的定义
c=c' %再转置

```

文件名：zfb1_2.m

解决问题：计算各企业进项发票票数作废比例

%各企业进项发票票数作废比例计算

```

clc;
clear all;
x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\123 家有信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','A2:F210948');
s1=zeros(123,1); %每个企业的总发票数矩阵
s2=zeros(123,1); %每个企业的作废票数矩阵
for i=1:123
    for j=1:210947 %遍历数组
        if x(j,1)==i
            s1(i,1)=s1(i,1)+1;
            if x(j,6)==0
                s2(i,1)=s2(i,1)+1;
            end
        end
    end
end
s=s2./s1; %票数作废比例计算
bar(s)

```

文件名：LINGO2.lg4

解决问题：多目标规划模型的求解

```

model:
sets:
qiye/1..123/:r,x,p;
endsets
data:

```

```

p=@ole('C:\Users\Administrator\Desktop\第二问结果.xlsx',p);
enddata
!max=0.5*@sum(qiye(i):(r(i)-p(i))*x(i))-0.5*@sum(qiye(i):p(i)*x(i));
max=@sum(qiye(i):(r(i)-p(i))*x(i));
@sum(qiye(i):x(i))<=10000;
@sum(qiye(i):x(i))>=3020;
@for(qiye(i):x(i)<=100);
@for(qiye(i):x(i)>=10);
@for(qiye(i):r(i)>=0.04);
@for(qiye(i):r(i)<=0.15);
end

```

文件名: jxje_2.m

解决问题: 计算各企业进项发票总金额数

```

% clc;
% clear all;
data = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\302 家无信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','A2:F395176');
%各企业进项发票总金额数
a3=zeros(1,302);%预分配
for i=1:302
    for j=1:395175 %遍历循环
        if data(j,1)==i+123
            a3(1,i)=a3(1,i)+data(j,5)*data(j,6); %企业发票金额叠加
        end
    end
end
end
a3;

```

文件名: jxzf_2.m

解决问题: 计算各企业进项发票票数作废比例计算

```

%各企业进项发票票数作废比例计算
clc;
clear all;
x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\302 家无信贷记录企业的相关数据.xlsx','进项发票信息','A2:F395176');
s1=zeros(302,1);%每个企业的总发票数矩阵
s2=zeros(302,1);%每个企业的作废票数矩阵
for i=1:302
    for j=1:395175
        if x(j,1)==i+123
            s1(i,1)=s1(i,1)+1;
            if x(j,6)==0
                s2(i,1)=s2(i,1)+1;
            end
        end
    end
end

```

```

        end
    end
end
s=s2./s1;%票数作废比例计算

```

文件名: xxje_2.m

解决问题: 计算各企业进项发票总金额数

```

% clc;
% clear all;
data = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\302 家无信贷记录企业的相关数据.xlsx','销项发票信息','A2:F330836');
%各企业进项发票总金额数
a2=zeros(1,302);
for i=1:302
    for j=1:330835
        if data(j,1)==i+123
            a2(1,i)=a2(1,i)+data(j,5)*data(j,6);
        end
    end
end
a2;

```

文件名: xxzf_2.m

解决问题: 计算各企业销项发票票数作废比例

```

%各企业销项发票票数作废比例计算
clc;
clear all;
x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\302 家无信贷记录企业的相关数据.xlsx','销项发票信息','A2:F330836');
s1=zeros(302,1);%每个企业的总发票数矩阵
s2=zeros(302,1);%每个企业的作废票数矩阵
for i=1:302
    for j=1:330835
        if x(j,1)==i+123
            s1(i,1)=s1(i,1)+1;
            if x(j,6)==0
                s2(i,1)=s2(i,1)+1;
            end
        end
    end
end
s=s2./s1;%票数作废比例计算

```

文件名: xydj.m
解决问题: 信誉预测
<pre> a=[a2-a3]'; b=[23191781.5266667,23681634.6419444,90799230.7874797,2604767.66384615]; c=zeros(302,4);m=zeros(302,1); for i=1:302 for j=1:4 c(i,j)=a(i,1)-b(1,j); %距离计算 end end c; for i=1:302 for j=1:4 if abs(c(i,j))==min(abs(c(i,:))) %地址寻找 m(i,1)=j; end end end m; </pre>

文件名: PCA_2.m
解决问题: 主成分分析
<pre> y1 = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\第二问结果.xlsx','A2:A303');%企业守约率 gj = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\data2.xlsx','A1:F302'); gj = zscore(gj); r=corrcoef(gj); [vec1,lamda,rate]=pcacov(r); contr=cumsum(rate); f=repmat(sign(sum(vec1)),size(vec1,1),1); vec2=vec1.*f; num=5; df=gj*vec2(:,1:num); tf=df*rate(1:num)/100; [stf,ind]=sort(tf,'descend'); stf=stf',ind=ind'; scatter(tf,y1,'filled') axis([-1.5,1.5,0.2,1]) xlabel('企业守约率综合得分'); ylabel('企业守约率'); title('企业守约率综合得分和企业守约率的关系示意图') set(xlabel('企业守约率综合得分'),'FontSize',25) set(ylabel('企业守约率'),'FontSize',25) set(title('企业守约率综合得分和企业守约率的关系示意图'),'FontSize',25) </pre>

文件名: LINGO3.lg4

解决问题: 求解多目标模型

```
x = xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\data3.xlsx','A1:F302');
X1=ones(size(x,1),1);
X=[X1,x];
Y=zeros(302,1);
Y(1:101,1)=0;
Y(101:302,1)=1;
b=regress(Y,X);
x1=x(:,2);
x2=x(:,2);
x3=x(:,3);
x4=x(:,4);
x5=x(:,5);
x6=x(:,6);
a=zeros(302,1);
for i=1:302
a(i,1)=1/(1+(exp(0.9113-1.6409*x1(i,1)+0.0111*x2(i,1)-0.1142*x3(i,1)-2.8238e-09*x4(i,1)-0.0243*x5(i,1)+5.3738e-05*x6(i,1)))));
end
```

文件名: logistic_3.m

解决问题: 求解 logistic 函数

```
model:
sets:
qiye/1..123/:r,x,p;
endsets
data:
p=@ole('C:\Users\Administrator\Desktop\企业守约率.xlsx',p);
enddata
max=0.5*@sum(qiye(i):(0.9*r(i)-p(i))*x(i))-0.5*@sum(qiye(i):p(i)*x(i));
@sum(qiye(i):x(i))<=10000;
@sum(qiye(i):x(i))>=3020;
@for(qiye(i):x(i)<=100);
@for(qiye(i):x(i)>=10);
@for(qiye(i):r(i)>=0.036);
@for(qiye(i):r(i)<=0.135);
end
```