

第七届“认证杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

承 诺 书

我们仔细阅读了第七届“认证杯”数学中国数学建模网络挑战赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们接受相应处理结果。

我们允许数学中国网站(www.madio.net)公布论文，以供网友之间学习交流，数学中国网站以非商业目的的论文交流不需要提前取得我们的同意。

我们的参赛队号为： 1716

参赛队员（签名）：

队员 1：刘元志

队员 2：许亚东

队员 3：马可

参赛队教练员（签名）：朱家明

参赛队伍组别：本科组

第七届“认证杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

编号专用页

参赛队伍的参赛队号：（请各个参赛队提前填写好）：#1716

竞赛统一编号（由竞赛组委会送至评委团前编号）：

竞赛评阅编号（由竞赛评委团评阅前进行编号）：

2013 年第六届“认证杯”数学中国 数学建模网络挑战赛

题 目 土地储备项目的风险评估方法

关 键 词 土地储备 风险评估方法 模糊综合评价 残差分析
Eviews 银行风险评估体系

摘 要：

本文针对土地储备项目的风险评估问题，通过主成分判别法、层次分析法、模糊综合评价法、残差分析法等一系列方法，综合分析了土地储备项目指标数据和风险之间的关系，依托模糊综合评价模型，给出了风险评估方法，并与银行的风险评估体系做对比验证，证明了本文给出的风险评估方法具有很高的可信度，适合给土地储备部门分析项目风险提供参考。

针对问题一，根据附件 2 中土地储备项目数据，对相关指标和风险的联系进行分析，并建立数学模型，最后给出风险评估模型。首先，建立主成分判别模型，将原来众多的具有一定相关性的指标，重新组合成一组新的相互无关的综合指标，得出财务净现值率、融资成功率、资金动态回收周期和人口密度相对数四项主成分指标作为项目分析的指标。其次，分别运用层次分析法和变异系数法，分析求出各指标权重，并进行了对比，从而确定通过建立层次分析模型来求权重。最后，分别运用相对偏差模糊矩阵评价方法和相对优属度矩阵评价方法，求出模糊系数矩阵，并结合指标权重，建立以模糊综合评价模型来评估项目风险的风险评估方法。

针对问题二，考虑到由于近些年，土地市场的活跃性降低，加之一些土地储备项目可研报告有人为修改等实际情况，要求评出 10 个风险最大的项目。首先，确定市场活跃性和动态回收周期的负相关关系，建立关于动态回收周期指标的微分方程模型，进而定性地分析动态回收周期与风险贡献度之间的关系，最终通过理论分析及相应图表得出风险贡献度随着动态回收周期的延长而增加的关系。其次，利用残差分析法对各个指标的数据进行分析，做出各个指标与风险度的相关图，并尝试使用双对数函数模型，对数函数模型，指数函数模型，二次函数模型四种函数对曲线进行拟合；利用通过了 T 检验的模型，作出相应拟合函数的残差分布表，发现需要剔除的数据，并给出异常数据所对应的项目。最后，用问题一中的风险评价方法评出十个风险最大的项目，并结合残差分析表分析，得出造成项目风险很大的原因。

本文通过综合运用主成分判别法、层次分析法、模糊综合评价法、残差分析法模型等方法，给出来可信度高的风险评估模型，以供土地储备部门进行土地储备项目的风险评估。同时，本文综合评价了模型的优缺点，然后进行模型的改进和推广，分析了在其他领域的广阔应用前景。

参赛队号： # 1716

所选题目： C 题

参赛密码 _____
(由组委会填写)

Abstract

In this paper, the problem of land reserves for the risk assessment of the project, the principal component discriminant method, AHP, fuzzy comprehensive evaluation method, residual analysis and a series of methods, a comprehensive analysis of the relationship between the land reserve and risk indicator data between projects, relying Fuzzy comprehensive evaluation model, given the risk assessment methods and risk assessment system banks do comparison have proved the risk assessment methodology presented in this paper has a high reliability, suitable for the land bank sector analysis of project risks reference.

First, in accordance with Annex 2, Land Reserve data, the relevant indicators and risk contacting for problem analysis, and mathematical models. Finally, risk assessment model. First, create the main ingredient discriminant model, the original number of indicators have certain relevance, re-combined into a new set of mutually independent comprehensive index, derived FNPV rate, the success rate financing, capital of dynamic recovery cycle and population density relative number four principal components analysis indicators as a project indicators. Secondly, respectively AHP and variation coefficient method to analyze the index weight calculated, and compared to determine through the establishment of the analytic hierarchy model to find the weights. Finally, the use of evaluation methods, respectively, and relative membership degree matrix evaluation method relative deviation fuzzy matrix obtained fuzzy coefficient matrix, combined with the index weight, to establish a fuzzy comprehensive evaluation model to assess the risk assessment of project risks.

For the second question, taking into account the actual situation due to the recent active reduced the land market, coupled with some land reserve project feasibility report someone to modify, require the Top 10 riskiest projects. First, determine the market activity and a negative correlation between dynamic recovery cycle, modeling the dynamic recovery cycle indicators on differential equations, and thus qualitatively analyze the relationship between dynamic recovery period between the contribution and risk, and ultimately through theoretical analysis and the corresponding chart was With the extension of the risk contribution of dynamic recovery cycle increases relationship. Secondly, the use of residual analysis method to analyze the data for each indicator and make various indicators associated with the risk of the map, and try to use the double logarithmic function model, logarithmic function model, exponential model, quadratic model four function curve fitting; available through the T-test model fitting function corresponding residuals distribution table, find the need to remove the data, and gives the corresponding abnormal data items. Finally, the problem of a risk assessment method in the Top ten greatest risk of the project, combined with residual analysis table analysis, the project risks causing a big reason.

Through the integrated use of principal component discriminant method, AHP, fuzzy comprehensive evaluation method, residual analysis models and other methods, to come out with high reliability risk assessment model for risk

assessment of land reserve land bank sector projects. Meanwhile, this paper a comprehensive evaluation of the advantages and disadvantages of the model, and then improve and extend the model to analyze a broad application prospects in other areas.

Keywords: landreserves, Riskassessment methods, Fuzzy comprehensive evaluation, Residual analysis, Eviews, Bank riskassessmentsystem.

数学中国提供 (www.madio.net)

§ 1 问题的重述

一、背景知识

1. 土地储备

土地储备，是指市、县人民政府国土资源管理部门为实现调控土地市场、促进土地资源合理利用目标，依法通过收回、收购、征用或以其他方式取得土地使用权的土地，进行前期开发整理，并向社会提供各类建设用地的行为。储存土地储备工作的具体实施，由土地储备机构承担。

2. 风险评估

风险是指未来结果的不确定性，即实际结果与预期结果的偏离，风险主要来源于客观条件的不确定性、决策信息的不充分、以及决策者水平的局限性^[1]。风险评估（Risk Assessment）是指，在风险事件发生之前或之后（但还没有结束），该事件给人们的生活、生命、财产等各个方面造成的影响和损失的可能性进行量化评估的工作。在风险评估过程中，可以采用多种操作方法，包括基于知识（Knowledge-based）的分析方法、基于模型（Model-based）的分析方法、定性（Qualitative）分析和定量（Quantitative）分析，无论何种方法，共同的目标都是找出组织信息资产面临的风险及其影响，以及目前安全水平与组织安全需求之间的差距。所以风险评估就是量化测评某一事件或事物带来的影响或损失的可能程度。

3. 土地储备风险评估的意义

由于当前我国的土地储备制度存在各种不健全不规范的地方，在此基础上，对土地储备风险的研究，有利于完善土地储备制度，为政府制定新的土地储备政策提供理论依据。首先，土地储备的目的是为了集约使用土地，提高土地使用效率，已达到保护耕地的目的；其次，由于土地储备具有高风险性，因此进行土地储备风险评估具有一定的必要性；最后，由于各地土地储备风险事件的频繁发生，阻碍了土地储备事业的进一步发展，构成了土地储备风险评估的迫切性。土地储备风险评估能够为土地储备项目提供理论指导和具体评估方法，能够对土地储备工程中出现各种风险加以管理，保证一定的土地储备收益的实现，促进土地储备发展。

二、相关资料与数据

1. 土地储备项目可研报告（例子）（详见附件 1）；
2. 土地储备方案数据（详见附件 2）；

三、要解决的问题

1. 问题一：

利用附件2中的数据，建立合理的数学模型，为土地储备部门提供一个比较实用的土地储备方案的风险评估方法。

2. 问题二：

在问题一风险评估方法的基础上，对附件二中的方案进行风险评估，将10 个风险最大的项目提供给土地储备部门退回，之后从模型的角度，指出造成这10个项目风险较大的原因。

§ 2 问题的分析

一、对问题总的分析

土地储备方案的风险评估是用来测评其在未来可能带来的影响和损失程度，其涉及制度风险、市场风险、运营风险和财务风险等多个维度，如果能将这些风险项进行合理控制，则可以完善土地储备制度、健全土地储备相关的法规体系，同时可以拓展融资渠道、降低土地储备运营风险，并且可推进土地储备理论和实践的可持续发展。本文从以上角度运用定性和定量分析法来进行土地储备方案的评估。首先，我们建立合理的数学模型，为土地储备部门提供一个比较实用的土地储备方案的风险评估方法，其次我们使用附件中数据，利用已建立的模型，对这些方案的风险进行评估，可得出各个项目的风险度，然后根据模型所得数据对各个项目的风险性按其风险度大小进行排序，选出10个风险最大的项目，并指出造成这10个项目风险较大的原因。

二、对具体问题的分析

1. 对问题一的分析

利用附件2中的数据，建立合理的数学模型，为土地储备部门提供一个比较实用的土地储备方案的风险评估方法。将此问题分成三个小问题来解决，首先运用主成分判别模型，根据财务管理风险相关知识，分析12个综合指标推导出4个主成分。而对于各个项目中各评价指标权重的计算，我们采用两种方法来求解，即变异系数法和Fuzzy AHP方法来求解，对于最后一个小问题，我们则采用模糊综合评价模型来建立相对偏差矩阵模型、相对优属度矩阵进行评估相应风险。

2. 对问题二的分析

在问题一风险评估方法的基础上，对附件2中的方案进行风险评估，将10个风险最大的项目提供给土地储备部门退回。首先将各个项目的评价指标进行无量纲化，将选择出的评价指标按照Fuzzy AHP方法的步骤，求出各个评价指标所占的权重，其次对各个评价指标的权重及各个项目的主成分指标值，运用相对偏差模糊矩阵评价和相对优属度矩阵评价进行相关风险评估。之后结合各个项目的风险评估值对各个项目进行排序，即可选出10个风险最大的项目。最后建立残差分析模型作出残差分析表，结合所选出的项目和残差分析表进行对比，分析出造成这些项目风险较大的原因。

§ 3 模型的假设

1. 假设土地储备部门所招标的项目可研报告真实可信，不含人为修改或虚报数据；
2. 假设土地储备方案实行期间无重大自然灾害，不考虑其他因素影响；
3. 假设所选取的社会经济指标能基本涵盖风险评估的重要方面；
4. 假设方案实行期间没有发生严重的通货膨胀和通货紧缩，社会较稳定；

§ 4 名词解释与符号说明

一、名词解释

1. 融资成功率 P_d

融资成功率 P_d 是指投资项目申请贷款额度与银行批复额度之比，计算公式：

$$P_d = \frac{\text{银行批复额度}}{\text{项目投资总额预算}}$$

是衡量土地储备项目方案的实际资金可利用率的量化指标。

2. 财务内部收益率是指项目在整个计算期内各年财务净现金流量的现值之和等于零时的折现率，也就是使项目的财务净现值等于零时的折现率。

3. 风险评估总指标值 F_j

各个影响指标的数据处理后加权总和值，计算公式：

$$F_j = \sum_{i=1}^m w_i r_{ij} \quad (j=1,2,\dots,n)$$

4. 风险贡献度 f_i

风险贡献度 f_i 是各个影响指标在数据处理后的加权值，是对土地储备项目风险评估时对项目整体风险的影响程度，计算公式：

$$f_i = \frac{P_i - \min(P)}{\max(P) - \min(P)} * w_3$$

二、符号说明

序号	符号	符号说明
1	$FNPV$	财务净现值
2	$FNPVR$	财务净现值率
3	$FIRR$	财务内部收益率
4	CI	现金流入量
5	CO	现金流出量
6	$(CI-CO)_t$	第 t 期的净现金流量
7	P_d	融资成功率
8	P_t	动态回收周期
9	F_j	风险度
10	f_i	风险贡献度

§ 5 模型的建立与求解

从所要解决的问题和对问题做出的假设出发，在对问题进行总的分析的基础上，分别对二个问题进行详细的分析与求解。从而对问题一建立了模型 I、模型 II，和模型 III，对问题二建立了模型 IV 和模型 V。

1. 模型 I — 主成分判别模型

本模型在对数据预处理的基础上，建立主成分判别模型，运用主成分分析方法以及 MATLAB 软件编程（见附录 2），判别出土地储备方案风险的主成分，为下一个模型的建立奠定基础。

2. 模型 II — 层次分析法模型

本模型根据主成分判别法所得出的主要指标，然后利用层次分析法和变异系数法确定各项指标的权重进行比较，然后根据自己的经验选择更符合经济社会现实的风险指标权重进行下一个模型的分析。

3. 模型III—模糊综合评价模型

本模型首先根据上一模型所确定的指标权重，分别采用相对偏差模糊矩阵和相对优属度矩阵进行综合评价分析，利用 Matlab 建立无量纲化矩阵和相对偏差矩阵，并进行比较得出影响项目评估分析的最大因素，进而简化对实际风险的评估难度。

4. 模型 IV—微分方程模型

本模型是在市场活跃度降低的情况下，即其动态回收周期 P_i 变长的情况下，建立微分方程式首先进行理论分析，之后利用 EXCEL, MATLAB, 作出相应表格，将两者结合起来比较，进而可以分析出动态回收周期与风险评估总值之间的联系

5. 模型 V—残差分析模型

本模型首先根据 Eviews 作出散点图，然后根据自己的经验选择想要拟合的曲线类型，并利用 MATLAB 软件作出拟合曲线，并求出拟合曲线的函数表达式，然后用 Eviews 分析

一、问题一的分析与求解

1. 对问题的分析

问题一要求利用附件2中的数据，建立合理的数学模型，为土地储备部门提供一个比较实用的土地储备方案的风险评估方法。对于这个问题的分析可以划分为三个小问题：一是如何确定影响风险评的各项指标。对于这个问题，采用主成分判别模型并结合相关数据、相应理论，分析各个主成分的因子负荷量，取方差较大值确定为项目风险评估的主成分。二是如何确定各个主成分的权重，对于这个问题，采用层次分析模型，通过建立Fuzzy AHP方法及变异系数法，结合相关数据进行分析，确立合理的权重。三是如何进行风险评估。对于此项问题，我们采用模糊综合评价模型，分别运用相对偏差模糊矩阵评价法和相对优属度矩阵评价法，结合以上两问所得数据分别进行相关风险评估分析。

2. 对问题的求解

模型 I 主成分判别模型

(1)模型的准备

①建模思路

在对土地储备项目进行风险评估时，由于风险可以体现为很多指标，为了更准确、更全面地反映出各项指标对方案整体风险的影响，我们往往要考虑与其有关的多个指标。由于各指标均是对风险的反映，不可避免地造成信息的大量重叠，这种信息的重叠有时甚至会抹杀事物的真正特征和内在规律，因此可以采用主成分分析方法将原来众多具有一定相关性的指标重新结合成一组新的相互无关的综合指标。这样在研究复杂问题时就可以只考虑少数几个主成分而不至于损失太多信息，同时使问题得到简化，提高分析效率。

②理论准备

数据的预处理

根据附件 2 中的数据，由于有的数据相差太大，如果作在一个图中，数据太小的则不容易观察出它的趋势，所以采用等倍数缩小法将数据缩小，因此把数据大致分开，用 EXCEL 软件作出折线图如下：

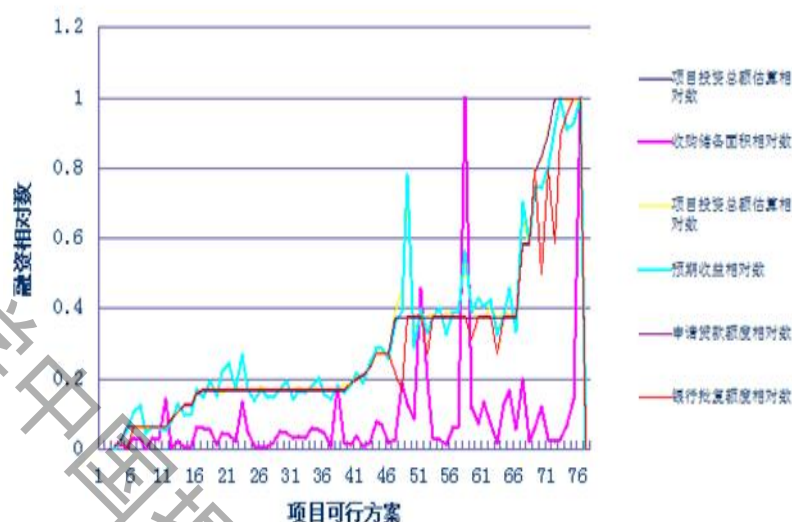


图1 项目风险融资等折线图

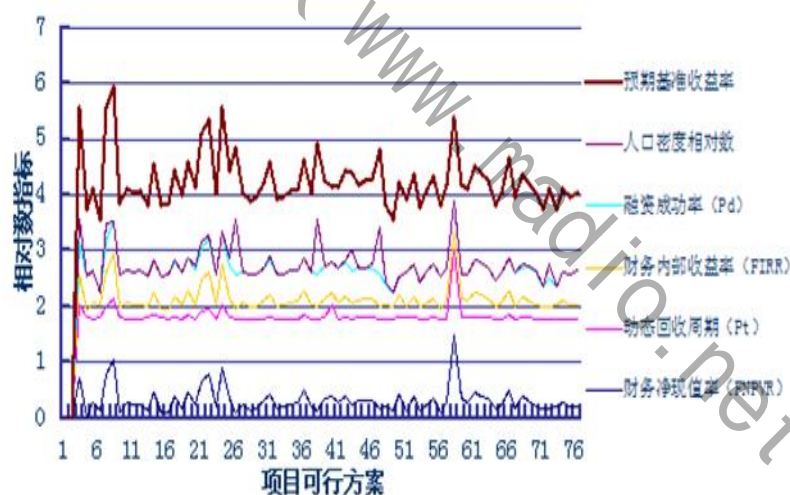


图2 项目资金利用率等折线图

由图 1、图 2 可以看出财务净现值率在在所有方案中波动较小，在项目评估中相对较稳定，不易受其他外生变量的影响。那么我们猜测对项目进行风险评估时，财务净现值率对风险的影响较大。

由于下面模型的建立与求解需要用到主成分分析法，接下来对主层次分析法进行必要的概述，主成分分析法需要按照以下步骤进行：

- a. 为了排除数量级和量纲不同带来的影响，首先对原始数据进行标准化处理：

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

式中， x_{ij} 为第 i 个指标第 j 个样本的原始数据； \bar{x}_i 和 σ_i 分别为第 i 个指标的样本均值和标准差。

b. 根据标准化数据表 $(x'_{ij})_{p \times n}$ ，计算相关系数矩阵 $R = (r_{ij})_{p \times n}$ 。

涉及相关公式为：

$$r_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{(x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

c. 计算 R 的特征值和特征向量，根据特征方程 $|R - \lambda I| = 0$ ，计算特征值 λ_i ，使其从大到小排列： $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$ ，同时可得对应的特征向量 u_1, u_2, \dots, u_p ，它们标准正交， u_1, u_2, \dots, u_p 称为主轴，这里 I 为单位矩阵。

d. 分别计算各主成分的贡献率 e_i 和累计贡献率 E_m ，其求解公式分别为：

$$e_i = \lambda_i / \sum_{k=1}^p \lambda_k$$

$$E_m = \sum_{k=1}^m \lambda_k / \sum_{k=1}^p \lambda_k$$

e. 计算项目主成分，其求解公式为：

$$Z_m = \sum_{j=1}^m u_{mj} x_j$$

f. 计算因子负荷量：第 k 个主成分 Y_k 与原始变量 X_i 的相关系数， $\rho(Y_k, X_i)$ 称作因子负荷量。因子负荷量是主成分解释中非常重要的解释依据，因子负荷量的绝对值大小刻画了该主成分的主要意义及其原因。其中，

$$\rho(Y_k, X_i) = u_{ki} \sqrt{\lambda_k} / \sqrt{\sigma_{ii}} \quad k, i = 1, 2, \dots, p$$

g. 综合分析：进行主成分分析的目的之一是减少变量的个数，所以一般不会取 p 个主成分，而是取 m 个主成分， m 取多少比较合适，是一个很实际的问题，通常可以通过求累计贡献率 E_m 来判断。

一般取 $E_p > 85\%$ 的最小 $p (p < k)$ ，则可得主超平面的维数 p ，从而可对 p 个主成分进行综合分析。用每个主成分对应的特征值占所提取主成分特征值之和的比例作为权重计算主成分综合模型，即：

$$F = \frac{\lambda_1}{\sum_{i=1}^k \lambda_i} \times X_1 + \frac{\lambda_2}{\sum_{i=1}^k \lambda_i} \times X_2 + \dots + \frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^k \lambda_i} \times X_k$$

将 (3) 式代入可得到如下式子：

$$F = \frac{\lambda_1}{\sum_{i=1}^k \lambda_i} \times (u_{11}x_1 + u_{12}x_2 + \cdots + u_{1k}x_k) + \frac{\lambda_2}{\sum_{i=1}^k \lambda_i} \times (u_{21}x_1 + u_{22}x_2 + \cdots + u_{2k}x_k) \\ + \cdots + \frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^k \lambda_i} \times (u_{k1}x_1 + u_{k2}x_2 + \cdots + u_{kk}x_k) \\ = w_1x_1 + w_2x_2 + \cdots + w_kx_k$$

其中 $w_i = \frac{\lambda_1 u_{1i} + \lambda_2 u_{2i} + \lambda_3 u_{3i} + \cdots + \lambda_k u_{ki}}{\sum_{i=1}^k \lambda_i}$ ($i=1,2,3,\cdots,k$) 表示各指标的权重。

(2)模型的建立与求解

根据主成分分析方法的概述，为了让读者更加直观，可以列出主成分分析的逻辑框图（如图3）。

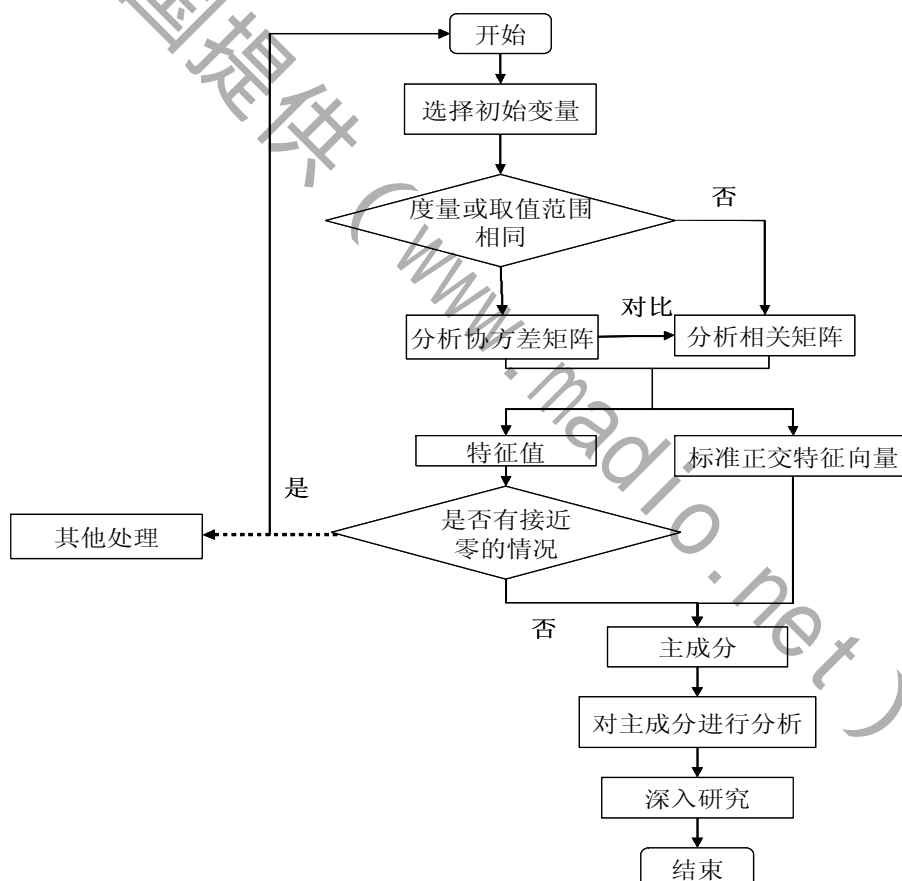


图3 主成分分析算法流程图

对附录1中的数据进行主成分分析，并用MATLAB软件进行编程（见附录2），得到结果如表1所示：

表1 特征值与累积比例

特征值	0.116	0.097	0.15	0.16							
λ_i			0.1	15	01	0.47	0.1936	0.2449	...	1.1436	2.8287

	609				35					
累积比例 E_m	0.754	0.777	0.848	0.9786	0.9856	0.9992	0.9996	0.9998	...	1

由表 1，我们可以看出当 $m=4$ 时，即可使主成分保持信息总量的比重达到 97.86%。所以，可以确定出 4 个主成分。第一主成分与原始变量的因子负荷量分别为：-0.4698, 0.8887, -0.9847, -0.9889, 0.7479, 0.8628, 0.9408, 0.7645, -0.7901, 0.8988, -0.8216, 0.8035。

第二主成分与原始变量的因子负荷量分别为：0.8605, -0.8586, -0.1399, -0.1130, -0.5745, 0.4979, 0.9612, -0.0079, 0.5908, -0.1851, -0.5532, 0.9280。第一主成分中因子负荷量绝对值较大的两个是 0.9889。这说明方差较大的财务净现值率对第一主成分起了主要作用。第二主成分中因子负荷量绝对值最大的是 0.8605，这说明方差较大的融资成功率对第二主成分起了主要作用。同理可得第三、第四主成分因子负荷量绝对值最大的分别是 0.9706 和 0.9612，这说明动态回收周期和人口密度相对数对方案项目风险评估作用也较大。

结论：由主成分分析知：财务净现值，融资成功率，资金动态回收周期和人口密度对政府土地储备项目的风险控制影响最大，即为所求的 4 个主成分。

模型 II 层次分析法模型

(1) 模型的准备

① 建模思路

在对土地储备项目进行风险评估时，由于有些因素会受到人们主观因素的影响，及对某些因素的偏爱程度存在差异，因此我们建立了相应的模糊标度及其含义表。为了更准确、更全面地反映出各项指标对整体方案的影响，我们根据风险度的相关影响指标建立相应的层次分析图，得出相应的模糊判断矩阵。利用特征向量法寻找出四个因素的权重向量，通过一致性检验进行判断分析其比较矩阵的不一致程度是否在允许范围之内，最后可利用 MATLAB 求解主成分的权重大小。

② 建模准备

层次分析法模型概述：

确定指标权重

相对于传统的九标度，新模糊标度克服了其一致性与判断思维一致性不等价这一缺点，是矩阵一致性指标真正反映思维一致性程度的指标。其是一种“等距分级，等比附值”的标度方法，所以首先采取 Fuzzy AHP 方法和新模糊标度进行求解。

为了使定量的相对重要度 a 正确反映定性评判的结果，必须使判断尺度给出的相对重要性大小与定性分析的结果基本相符，这就要求判断尺度本身要符合一定的规则。现假设判断尺度符合“等距跃进”，则有：

$$a^k - a^{k-1} = a^{k-1} - a^{k-2}, k \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$$

对上式进行计算得到 $a=1$ ，显然这与判断尺度不符合，再假设判断尺度符合“阶梯跃进”，则有：

$$a^k = a^{k-1} - a^{k-2}, k \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$$

对上式进行计算得到 $a=1.618$ ，这与合理性准则基本一致，这时有新的模糊标度，如下表所示：

表2 新模糊标度及其含义表

标度	标度含义
$d_{ij} = 1$	对指标 B 而言， B_i 与 B_j 同等重要；
$d_{ij} = 1.618$	对指标 B 而言， B_i 比 B_j 稍微重要；
$d_{ij} = 2.618$	对指标 B 而言， B_i 比 B_j 重要；
$d_{ij} = 4.236$	对指标 B 而言， B_i 较 B_j 明显重要；
$d_{ij} = 6.854$	对指标 B 而言， B_i 较 B_j 很重要；
$d_{ij} = 11.09$	对指标 B 而言， B_i 较 B_j 绝对重要；

(2)模型的建立与求解

在进行研究风险评估的过程中，就针对强势度这一目标来说，可以分为三个层次：如下图所示：

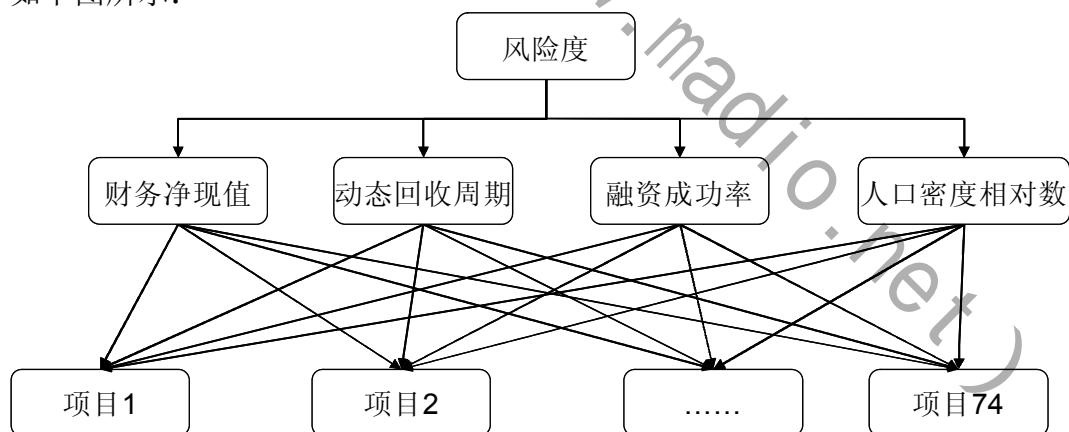


图4 层次分析图

其中最上一层为目标层，中间为准则层，最下层为方案层。

然后构造判断矩阵。在主观判断各个准则的重要性时，根据实际社会经验和研究附件一的资料基础之上，对各个准则对项目的重要性和影响力作出合理的判断。本题中的经营风险和市场风险是该项目所承受的主要风险，故财务净现值率和动态回收周期是关键因素，故对其加大权重，则产生如下模糊判断矩阵：

$$P = \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 & a^4 \\ a^{-1} & 1 & a & a^3 \\ a^{-2} & a^{-1} & 1 & a^2 \\ a^{-4} & a^{-3} & a^{-2} & 1 \end{bmatrix}$$

其次，利用特征向量法寻找出四个因素的权重向量。具体做法是：首先求出四个评价指标的相关系数矩阵 R，然后求出各指标标准差所组成的对角矩阵 S，最后求出矩阵 RS 的最大特征值所对应的特征向量，就得到各指标的权重向量。模糊判断矩阵 P 的最大特征值所组成的对角矩阵：

$$\lambda = \begin{bmatrix} -4.44 \times e^{-16} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -7.78 \times e^{-17} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -9.74 \times e^{-18} \end{bmatrix}$$

结论： $\lambda_{\max} = 4$

由于客观事物的复杂性，可能会使我们的判断带有主观性和片面性，所以有必要进行一致性检验：

表 3

计算一致性指标		计算一致性比率
$RI = 0.89$	$CI = \lambda - n \setminus n - 1;$	$CR = CI / RI;$

当 $n = 4$ 的时候，查表可得 $RI = 0.89$ ，求得： $CR = 0 \leq 0.1$

通过一致性检验，认为其比较矩阵的不一致程度在容许范围之内，故可用来计算权重。则其每个因素的权重为：

$$w_i = \sum_{j=1}^4 K_{ij} \div \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 K_{ij} \quad (K_{ij} \text{ 表示判断矩阵的元素}) \quad (10)$$

经过 MATLAB 程序可得出每个因素的权重，如下：

表 4 主成分指标的权重

	财务净现值率	动态回收周期	融资成功比率	人口密度相对数
权重 w_i	0.466	0.288	0.178	0.068

下面采用变异系数法进行权重计算的比较分析：

①模型的准备

变异系数法概述：

先分别计算出第 i 项指标的平均值： $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}$

然后计算出第 i 项指标的方差： $s_i^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (a_{ij} - \bar{x}_i)^2$

再计算出第 i 项指标的变异系数： $v_i = \frac{s_i}{\bar{x}_i}$

最后对 v_i 进行归一化： $w_i = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^m v_i}$

就得到了第 i 项指标的权数。

②模型的建立与求解

从附件二的资料中按年份抽样选取部分数据：

表 5 不同年份投资方案的指标值

	2006	2008	2009	2010	2012	2013
财务净现值率 (FNPVR)	0.72	0.15	0.79	0.27	0.39	0.22
融资成功率 (Pd)	0.57	0.21	0.59	0.58	0.60	0.60
动态回收期 (Pt)	1.32	1.67	1.19	1.52	1.42	1.57
人口密度相对数	0.40	0.00	0.30	0.00	0.06	0.00

a. 先计算出财务净现值率 (FNPVR) 的均值、方差、标准差和变异系数

$$\bar{x}_1 = \frac{(0.72 + 0.15 + 0.79 + 0.27 + 0.39 + 0.22)}{6} = 0.423$$

$$s_1^2 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^6 (a_{1j} - \bar{x}_1)^2 = 0.073$$

$$s_1 = \sqrt{s_1^2} = 0.269$$

$$v_1 = \frac{s_1}{\bar{x}_1} = \frac{0.269}{0.423} = 0.636$$

b. 同理可得：

$$v_2 = 0.295, \quad v_3 = 0.121, \quad v_4 = 1.401$$

c. 计算评价指标的权重为：

$$\omega_1 = 0.259, \quad \omega_2 = 0.121, \quad \omega_3 = 0.049, \quad \omega_4 = 0.571$$

表 6 中间变量总结

均值 \bar{x}_i	0.423	0.525	1.448	0.381
标准差 s_i	0.269	0.155	0.175	0.173
变异系数 v_i	0.636	0.295	0.121	1.401
归一化 ω_i	0.259	0.121	0.049	0.571

(3)模型的结果

由变异系数法可知人口密度相对数的权重最高，然后是财务净现值率 (FNPVR)。由变异系数法的算法可知，其值大小与其标准差成正比，与其平均值的大小成反比。由附件二中的数据分析可知不同项目的人口密度差别很大，这也就使得人口密度这一指标的

标准差也就相对较大，最终使得人口密度所占的权重较大，与现实不符。而层次分析法模型从定性、定量的角度合理地求出各项指标的权重，因而本文采取层次分析法模型所得到的各指标的权重值。

结论：由二者比较分析可得财务净现值率的权重为 0.466，动态回收周期的权重为 0.288，融资成功率的权重为 0.178，人口密度相对数的权重为 0.068。

模型III模糊综合评价模型

①模型的准备

建模思路

在对项目进行评价时，其评价因素会有很多，不能仅仅依据一个指标的好坏就作出判断，应依据多种因素进行综合评价。对此我们采取相对偏差模糊矩阵评价和相对优属度矩阵评价来分别进行分析，对于相对偏差模糊矩阵评价的使用，我们首先要先依据项目评价指标值建立模糊矩阵，再次在前面求得的权重的基础上，对模糊矩阵中数据进行加权求和，最后将方案按其风险度大小进行排序；而对于相对优属度矩阵评价，首先，从以上模型得出的结果中，我们得出了风险评估的 4 项评价指标的权重大小，对于这四项指标，通过建立模糊效益型矩阵或模糊成本型矩阵，进行无量纲化，将矩阵各元素均转化为效益型或成本型指标，之后再对数据进行加权求和，得出各个项目的目标值最后对数据进行排序，由模糊成本型矩阵得出的结果，如果按升序排序，则方案越靠前，方案实施的效益越好；由模糊效益型矩阵得出结果，如果按降序排序，则方案越靠前，方案实施的效益越好。

②模型的建立

相对偏差模糊矩阵评价

问题要求建立数学模型求解风险评估，我们在得出权重的基础上，通过使用相对偏差模糊矩阵评价的方法来进行求解，相应步骤如下：

设有 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 时待评价的 n 个方案集合， $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 是评价因素集合，将 U 中的每个方案用 V 中的每个因素进行衡量，得到一个观测值矩阵：

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{nm} \end{pmatrix}$$

其中 a_{ij} 表示第 j 个方案关于第 i 项评价因素的指标值。

相对偏差模糊矩阵评价的步骤如下：

a. 建立理想方案：

$$u = (u_1^0, u_2^0, \dots, u_n^0),$$

其中： $u_i^0 = \begin{cases} \max\{a_{ij}\} & \text{当 } a_{ij} \text{ 为效益型指标,} \\ \min\{a_{ij}\} & \text{当 } a_{ij} \text{ 为成本型指标,} \end{cases}$

b. 建立相对偏差模糊矩阵 R ：

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

其中：
$$r_{ij} = \frac{|a_{ij} - u_i^0|}{\max\{a_{ij}\} - \min\{a_{ij}\}}$$

c. 建立评价指标的权数 w_{ij} ($i=1,2,\dots,n$)

d. 建立综合评价模型：
$$F_j = \sum_{i=1}^m w_i r_{ij} \quad (j=1,2,\dots,n)$$

且若 $F_t < F_s$ ，则第 t 个方案排在第 s 个方案前。

相对偏差模糊矩阵评价方法的优点在于不需要先对原始数据进行预处理，所建立的相对偏差矩阵在消除量纲的同时得到了一个成本型模糊矩阵；缺陷在于理想方案并不一定是实际中的某方案

③模型的求解

根据相对偏差模糊矩阵评价方法，结合 Fuzzy AHP 方法模型中所求出的权重，能够得到各个项目的风险程度。

利用 EXCEL 软件将数据进行处理后，得到了相对偏差模糊矩阵如下所示

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} 0.53 & 0.15 & 0.33 & 0.40 \\ 1.00 & 0.09 & 1.00 & 0.00 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.88 & 0.09 & 0.70 & 0.00 \end{pmatrix}$$

之后通过数据加权求和得到风险度（见表 7）

结论：

表 7 项目风险排序表

项目	6	56	22	20	5	19	1	64	34
风险度	0.14	0.19	0.21	0.28	0.29	0.35	0.38	0.43	0.43
项目	17	12	59	29	40	60	.....	.....	4
风险度	0.45	0.45	0.46	0.48	0.49	0.49	.....	.....	0.85

相对优属度评价

问题要求建立风险评估方法，我们在得出权重的基础上，依次建立模糊效益型矩阵和模糊成本型矩阵，之后建立综合评价模型，进而判断各个项目的风险大小。

设有 n 个决策方案的集合： $A = \{A_1^T, A_2^T, \dots, A_n^T\}$

其中 $A_i^T = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im})$ 是第 i 个方案关于第 m 项评价指标的指标值向量。于是我们可以得到 n 个方案关于 m 项评价指标的指标矩阵

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{pmatrix}$$

其中 a_{ij} 表示第 i 个方案关于第 j 项评价因素的指标值.

评价指标分为效益型、成本型、固定型和区间型指标. 记 I_1, I_2, I_3 分别表示效益型、成本型和固定型指标, 对于指标矩阵 A , 针对上述的几种指标建立效益型和成本型矩阵, 即通过无量纲化, 将矩阵的各元素均转化为效益型和成本型指标.

a. 效益型矩阵

$$B = (b_{ij})_{n \times m}, b_{ij} = \begin{cases} (a_{ij} - \min_j a_{ij}) / (\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}) & a_{ij} \in I_1 \\ (\max_j a_{ij} - a_{ij}) / (\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}) & a_{ij} \in I_2 \\ (\max_j |a_{ij} - \alpha_j| - |a_{ij} - \alpha_j|) / (\max_j |a_{ij} - \alpha_j| - \min_j |a_{ij} - \alpha_j|) & a_{ij} \in I_3 \end{cases}$$

其中 α_j 为第 j 项指标的适度数值.

b. 成本型矩阵

$$C = (c_{ij})_{n \times m}, c_{ij} = \begin{cases} (\max_j a_{ij} - a_{ij}) / (\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}) & a_{ij} \in I_1 \\ (a_{ij} - \min_j a_{ij}) / (\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}) & a_{ij} \in I_2 \\ |a_{ij} - \alpha_j| - \min_j |a_{ij} - \alpha_j| / (\max_j |a_{ij} - \alpha_j| - \min_j |a_{ij} - \alpha_j|) & a_{ij} \in I_3 \end{cases}$$

各评价指标的权向量 $w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$

建立综合评价模型:

$$FB_j = \sum_{i=1}^m w_i b_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n),$$

且若 $FB_t \geq FB_s$, 则第 t 个方案排在第 s 个方案前.

$$FC_j = \sum_{i=1}^m w_i c_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n),$$

且若 $FC_t \leq FC_s$, 则第 t 个方案排在第 s 个方案.

最后将各个项目按照相应的顺序排列, 得出最优方案.

③模型的求解

根据相对偏差模糊矩阵评价方法，结合 Fuzzy AHP 方法模型中所求出的权重（见表），能够得到各个项目的风险程度。

利用 EXCEL 软件将数据进行处理后，得到了效益型矩阵和成本型矩阵如下所示

$$B_{ij} = \begin{pmatrix} 0.47 & 0.85 & 0.67 & 0.60 \\ 0.00 & 0.91 & 0.00 & 1.00 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.12 & 0.91 & 0.30 & 1.00 \end{pmatrix},$$

$$C_{ij} = \begin{pmatrix} 0.53 & 0.15 & 0.33 & 0.40 \\ 1.00 & 0.09 & 1.00 & 0.00 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.88 & 0.09 & 0.70 & 0.00 \end{pmatrix}$$

之后通过数据加权求和得到相应指标值：

结论：

表 8 项目风险排序表

项目	6	56	22	20	5	19	1	64	34
FB_j	0.84	0.80	0.77	0.70	0.69	0.64	0.60	0.56	0.55
项目	17	12	59	29	40	60	.....	.....	4
FC_j	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.50	.....	.....	0.15

项目	6	56	22	20	5	19	1	64	34
FB_j	0.16	0.20	0.23	0.30	0.31	0.36	0.40	0.44	0.45
项目	17	12	59	29	40	60	.....	.....	4
FC_j	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.50	.....	.....	0.85

二、问题二的分析与求解

1. 对问题的分析

问题二要求在问题一的风险评估方法的基础上，对附件二中的方案进行风险评估，将10个风险最大的项目提供给土地储备部门，之后从模型的角度，指出造成10个项目风险较大的原因，最后指出项目指标与项目风险之间的关系。将问题二划分为3个小问题：一是分析土地市场活跃性与风险贡献度之间的关系。对这个问题采用微分方程模型，来分析动态回收周期与风险贡献度之间的关系，并利用MATLAB做出相应关系图，来判断二者之间的关系；二是对附件二中74项方案进行风险评估并选出可能存在人为修改的方案。对于这个问题采用残差分析模型来对各个指标的数据进行分析，找出置信带以外的数据，并剔除这些可能存在人为修改的项目。三是选出10个风险较大的项目，对于这个问题结合问题一中所提出的风险评估方法得出的10个风险最大的项目与残差分析法所选出的项目进行比较分析，指出造成其风险较大的原因。

2. 对问题的求解

模型IV—微分方程模型

(1)模型的准备

当市场活跃性降低即动态回收周期相应变长时，设： f_i ： P_i 的风险贡献度， λ ：增减幅度；

②模型的建立

定义风险贡献度： $f_i = \frac{P_i - \min(P)}{\max(P) - \min(P)} * w_3$

当动态回收周期 P_i 以 λ 的增减幅度变化时，其相应的风险贡献度为：

$$f_i = \frac{P_i(1 + \lambda) - \min(P)}{\max(P) - \min(P)} * w_3,$$

则其相应的导数为： $f_i' = \frac{w_3}{\max(P) - \min(P)} * P_i$,

此为一个一元线性微分方程，其表示的含义为：

a. 保持 i 值不变时即选定一组数据，观察风险贡献度 f_i 与 λ 的关系：当保持 i 值不变时， f_i' 的值是一定值（且大于零）， f_i 则随着 λ 的增大而递增；

b. 当保持 λ 值不变时，观察风险贡献度 f_i 与 P_i 值的关系为： f_i' 随着 P_i 的变化而变化，当 λ 值保持不变时， P_i 值越大， f_i' 值也越大，即 f_i 值上升也越快

③模型的求解

根据以上的分析，对于a项的分析，我们也给出相应的图表进行分析，在这一步的分析中，我们首先选择了一项数据，并在此基础上进行量化分析，我们以第10项数据

（其动态回收周期 $P_i = 1.35$ ）为基础进行作图，并由此可得到风险贡献度 f_i 与增减幅度

λ 只见到函数关系： $f_i = \frac{1.35(1 + \lambda) - 1.09}{0.69}$ ，于是运用MATLAB（程序见附录）软件作图得到。如图：

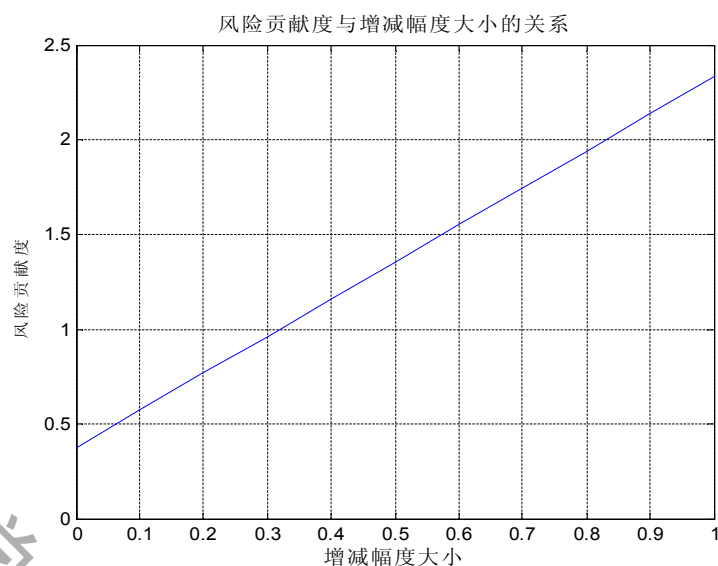


图5 风险贡献度与增减幅度函数关系图

由上图可知当保持动态回收周期 P_i 不变时，其相应的风险贡献度 f_i 随着增减幅度 λ 的增加而增加。即风险贡献度会随着动态回收周期的变大而相应增加。

对于 b 项的分析，我们根据相应的数据，得出相应的图表，如图：

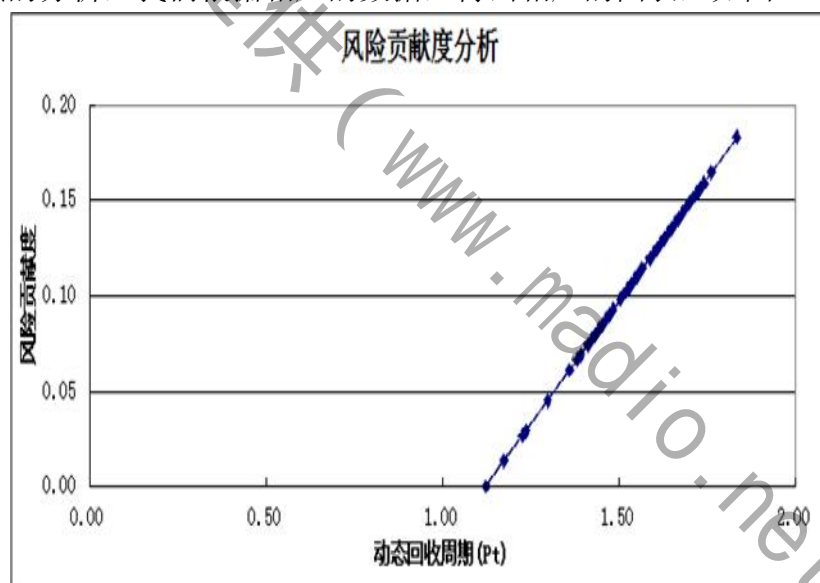


图6 动态回收周期对风险贡献分析函数图

则可知当动态回收周期的增减幅度 λ 不变时，其相应风险贡献度 f_i 随着动态回收周期 P_i 的增长而增长（即成正比）

模型 v—残差分析模型

(1)模型的准备

要对各个指标的数据进行分析，去除掉一些可能被修改的数据，所以要进行数据残差分析，即对在残差分布图中置信带以外的数据进行剔除。通过采用 Eviews 软件，对由模型 I 求得的各个指标，作出与风险评估总指标值之间的关系图，然后选择适当函数

进行曲线拟合，接着分析其残差分布表，得到分散在置信带以外的数据。

(2)模型的建立与求解

①作出财务净现值率与风险评估总指标值的关系图

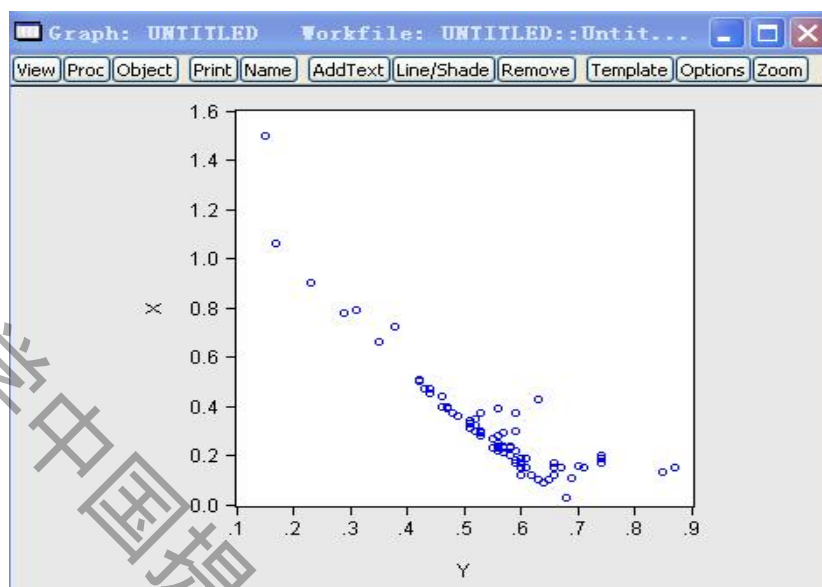


图 7 财务净现值率与风险评估总指标值的关系图

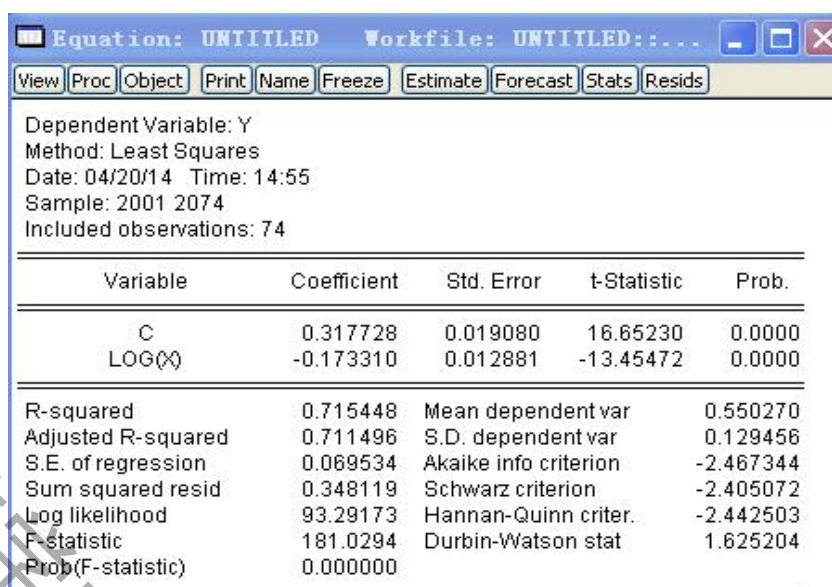
②根据上面所示相关图，分别使用双对数函数模型，对数函数模型，指数函数模型，二次函数模型四种函数对曲线进行拟合。拟合结果如下：

Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED:...				
View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids				
Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 04/20/14 Time: 14:42				
Sample: 2001 2074				
Included observations: 74				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.159315	0.046253	-25.06475	0.0000
LOG(X)	-0.391633	0.031225	-12.54222	0.0000
R-squared	0.686011	Mean dependent var	-0.633832	
Adjusted R-squared	0.681650	S.D. dependent var	0.298746	
S.E. of regression	0.168560	Akaike info criterion	-0.696394	
Sum squared resid	2.045701	Schwarz criterion	-0.634122	
Log likelihood	27.76657	Hannan-Quinn criter.	-0.671553	
F-statistic	157.3074	Durbin-Watson stat	1.968197	
Prob(F-statistic)	0.000000			

图 8 双对数模型拟合结果图

得出拟合函数表达式：双对数模型： $\ln \hat{y} = -1.159315 - 0.391633 \ln x$

$$R^2 = 0.686011 \quad \bar{R}^2 = 0.681650 \quad F = 157.3074$$



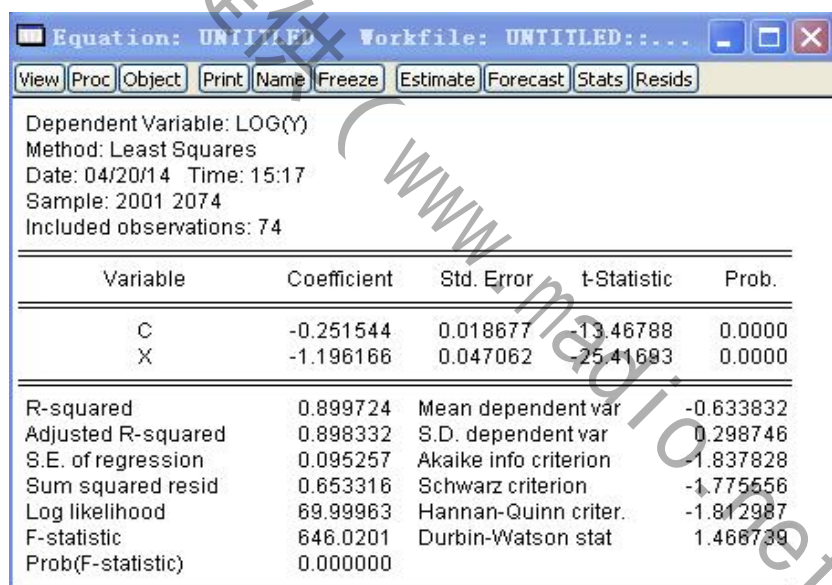
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.317728	0.019080	16.65230	0.0000
LOG(X)	-0.173310	0.012881	-13.45472	0.0000

R-squared	0.715448	Mean dependent var	0.550270
Adjusted R-squared	0.711496	S.D. dependent var	0.129456
S.E. of regression	0.069534	Akaike info criterion	-2.467344
Sum squared resid	0.348119	Schwarz criterion	-2.405072
Log likelihood	93.29173	Hannan-Quinn criter.	-2.442503
F-statistic	181.0294	Durbin-Watson stat	1.625204
Prob(F-statistic)	0.000000		

图 9 对数模型拟合结果图

得出拟合函数表达式：对数模型： $\hat{y} = 0.317728 - 0.173310 \ln x$

$$R^2 = 0.715448 \quad \bar{R}^2 = 0.711496 \quad F = 181.0294$$



Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.251544	0.018677	-13.46788	0.0000
X	-1.196166	0.047062	-25.41693	0.0000

R-squared	0.899724	Mean dependent var	-0.633832
Adjusted R-squared	0.898332	S.D. dependent var	0.298746
S.E. of regression	0.095257	Akaike info criterion	-1.837828
Sum squared resid	0.653316	Schwarz criterion	-1.775556
Log likelihood	69.99963	Hannan-Quinn criter.	-1.812987
F-statistic	646.0201	Durbin-Watson stat	1.468739
Prob(F-statistic)	0.000000		

图 10 指数模型拟合结果图

得出拟合函数表达式：指数模型： $\ln \hat{y} = -0.251544 - 1.196166x$

$$R^2 = 0.899724 \quad \bar{R}^2 = 0.898332 \quad F = 646.0201$$

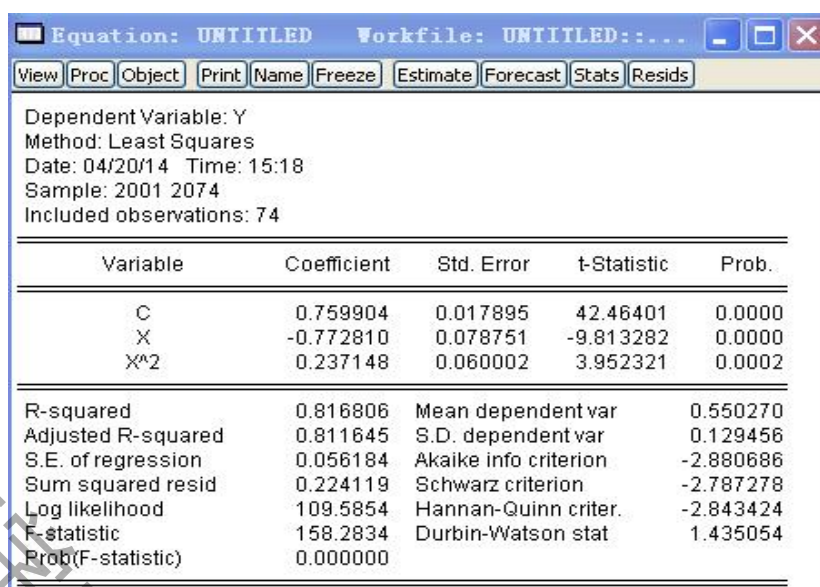


图 11 二次函数模型拟合结果图

得出拟合函数表达式：二次函数模型： $\hat{y} = 0.759904 - 0.77281x + 0.237148x^2$

$$R^2 = 0.816806 \quad \bar{R}^2 = 0.811645 \quad F = 158.2834$$

分析上述拟合结果可知，双对数模型和对数模型都未通过 T 检验，而指数模型和二次函数模型则通过了 T 检验。从模型的拟合优度来看，指数模型的 \bar{R}^2 值最大，其次为二次函数模型。但考虑到个别数据可能被人为修改的情况，可以选择在 \bar{R}^2 值比较接近的情况下，选用模拟误差较小的曲线来对函数进行拟合。因此，通过分析残差分布，对这两个模型再做进一步比较。

③对上述两个回归模型进行残差分析，残差分布表分别如下：

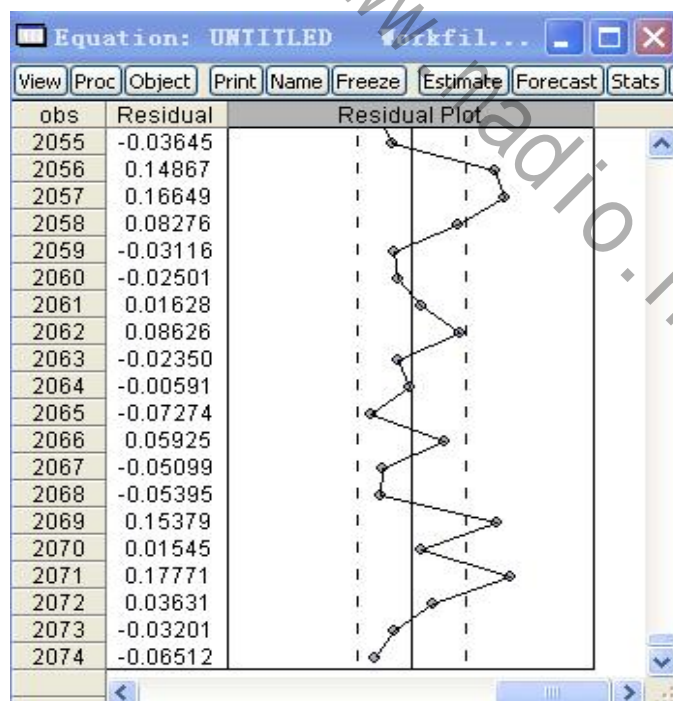


图 12 用指数模型模拟的残差分析表

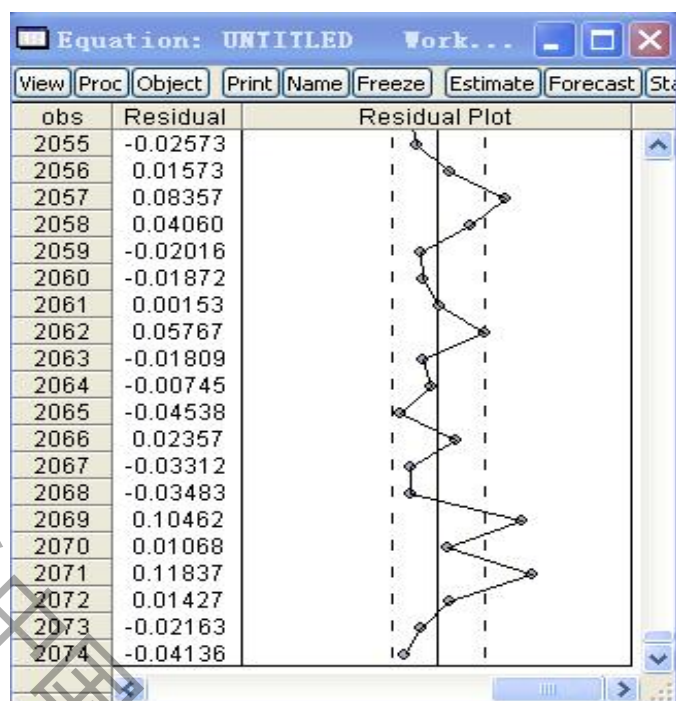
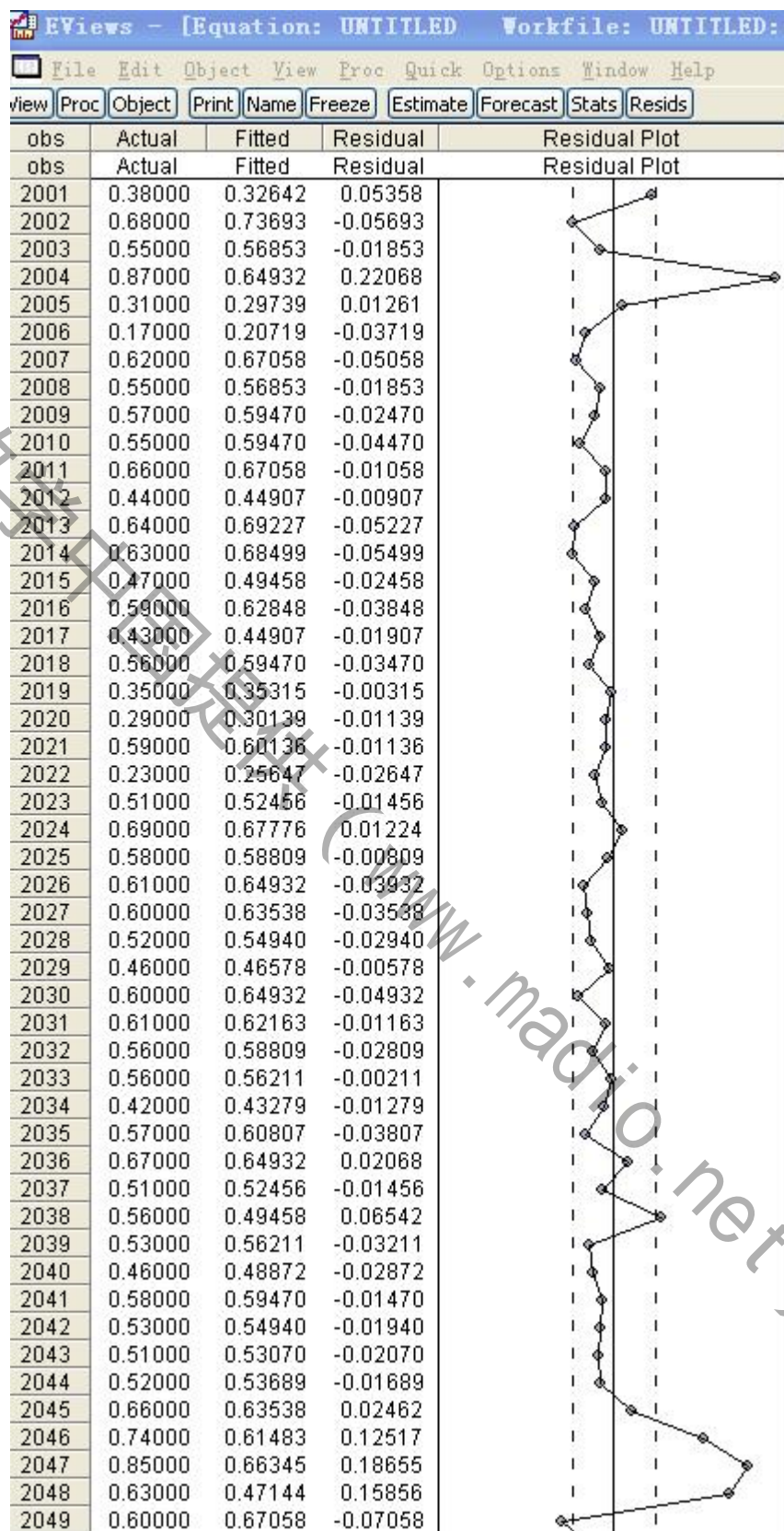


图 13 用二次函数模型模拟的残差分析表

比较两表可以发现，指数模型模拟误差明显比二次函数模拟误差要大。所以，建立二次函数模型进行模拟，更符合实际要求。

④利用二次函数进行拟合的残差分布表，取出残差分布在置信带以外区域的数据：



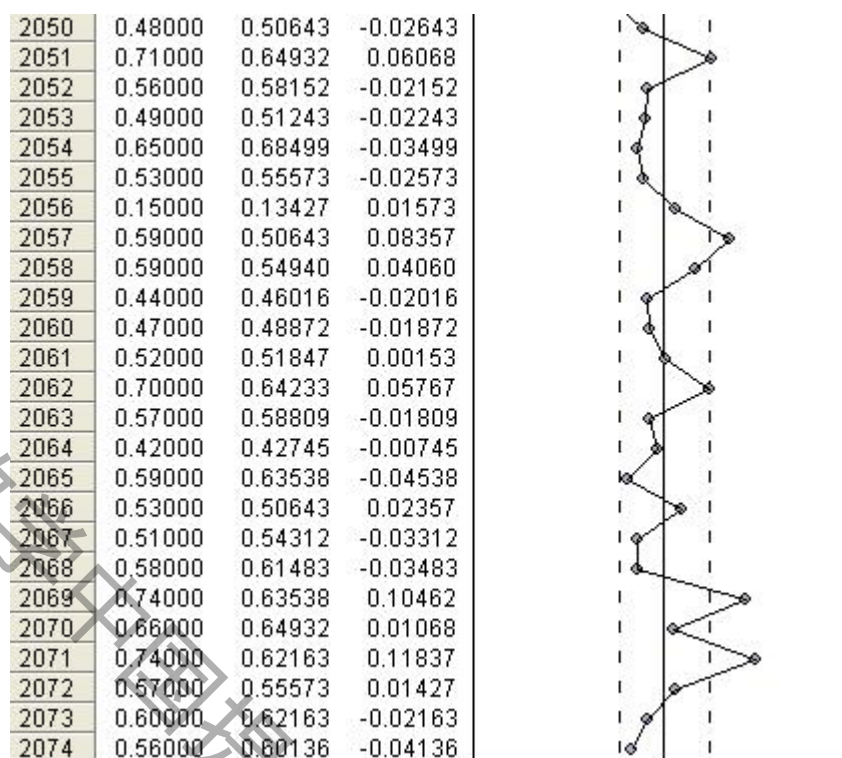


图 14 财务净现值率的残差分析表

经过分析上面残差分析表可知，需要剔除的数据所对应的项目序号为：4, 46, 47, 48, 49, 57, 69, 71.

⑤因为融资成功率与风险度的相关图，还有人口密度相对数与风险度的相关图落点比较分散，所以无法用函数有效地拟合出这些曲线，所以舍弃这两个指标不做分析。

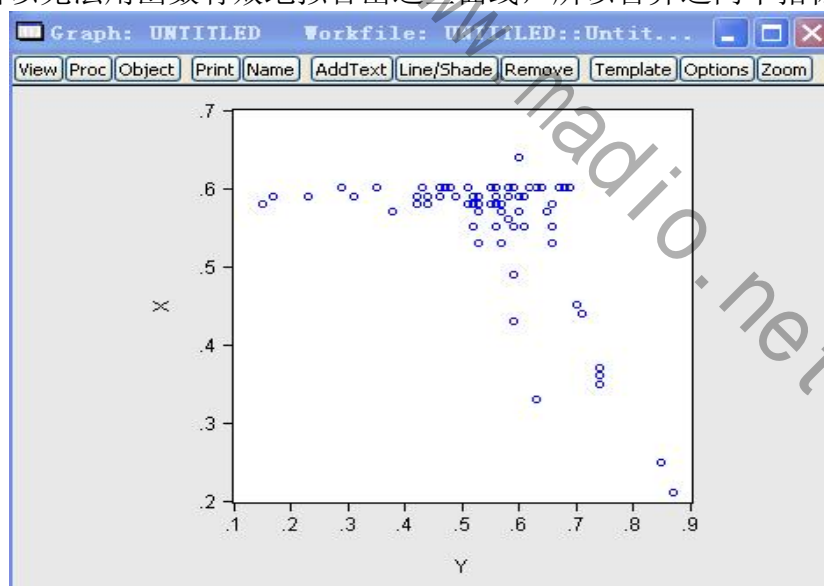


图 15 融资成功率与风险度的相关图

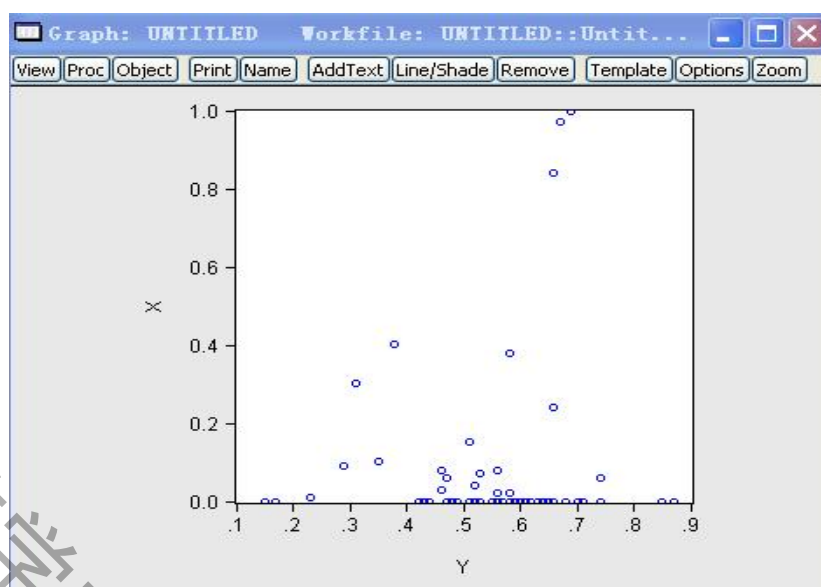
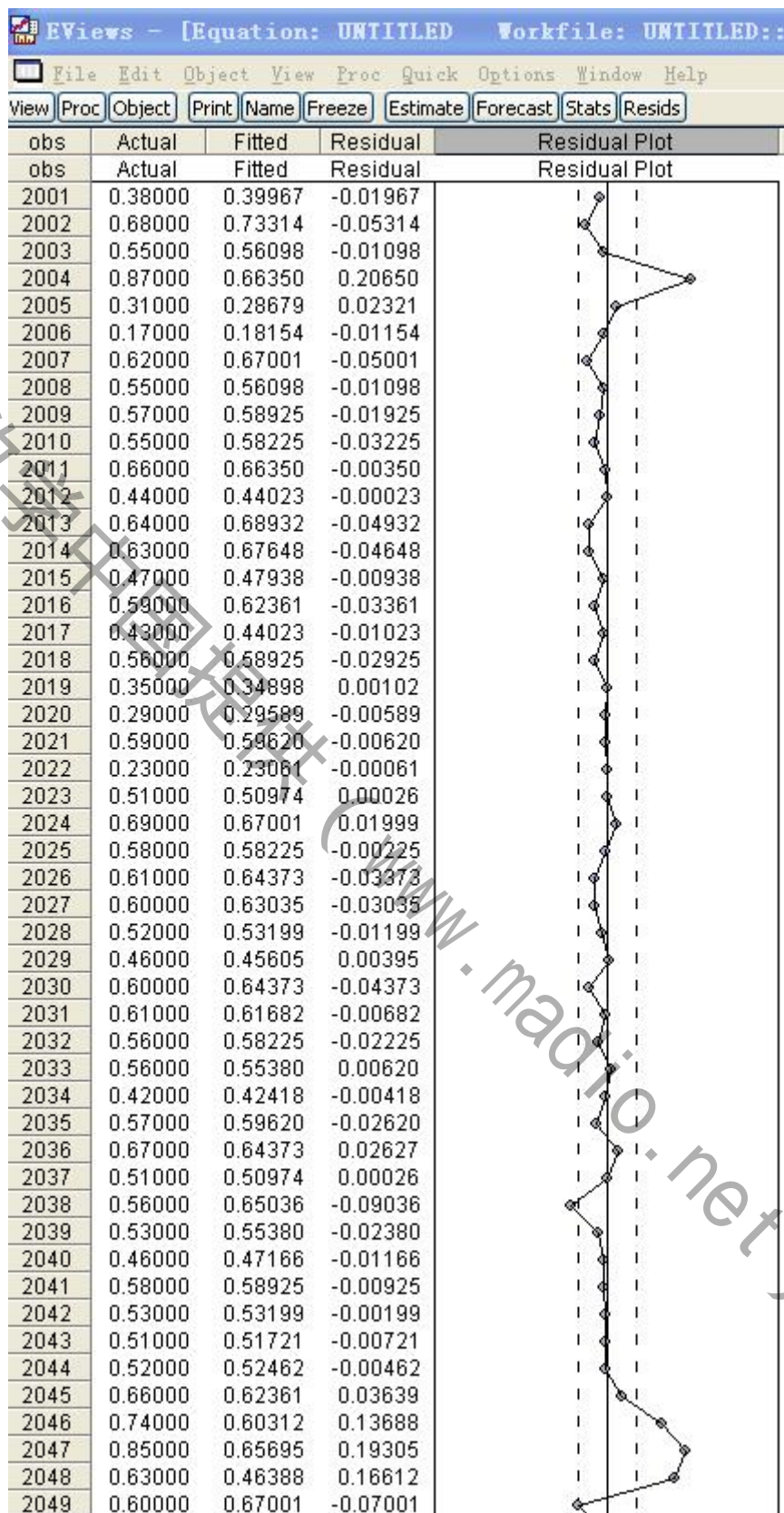


图 16 人口密度相对数与风险度的相关图

对动态回收周期这一指标用相同方法进行分析，由相关图可知应用对数函数对其进行拟合，其残差分布表如下：



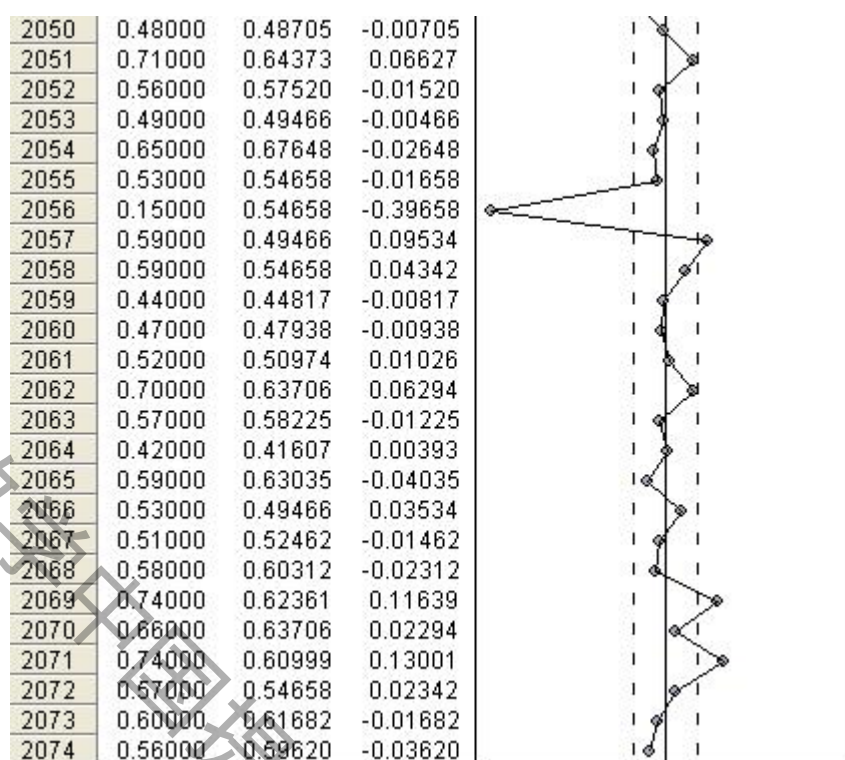


图 15 动态回收周期的残差分析表

经过分析上面残差分析表可知，需要剔除的数据所对应的项目序号为：4, 38, 46, 47, 48, 56, 57, 69, 71.

⑥故数据可能被修改的项目列表如下：

表 9 相关指标离异值对应项目表

财务净现值率	4	46	47	48	49	57	69	71	
动态回收周期	4	38	46	47	48	56	57	69	71
重合项目	4	46	47	48	57	69	71		
非重合项目	38	49	56						

在此我们可以按照问题一中的风险评估方法，最后得出各个项目的风险度，再按照风险度大小进行排序，选取 10 个风险较大的项目，如下表所示：

表 10 10 个风险较大的项目序号

项目	4	47	24	2	69	36	71	46	51	62
----	---	----	----	---	----	----	----	----	----	----

再次我们可将这 10 个项目对照以上残差分析表进行分析，判断该方法得出的风险项目是否符合残差分析表中数据分布，通过对照分析，我们可知该方法得出的风险较大的 10 个项目基本符合该图示信息，故问题一中的数学模型具有一定的可行性。

在问题一中，我们知道影响项目风险的因素包括财务净现值率、融资成功比率、动态回收周期、人口密度相对数等因素，再次我们结合残差分析表进行具体分析，由于融资成功比率、人口密度相对数无法用函数有效地拟合出其相关曲线，所以舍弃这两个指标不做分析。通过对比分析可知项目 4、47、69、71、46 完全符合残差分析表中信息，项目 51、62 处于表中临界线处，基本符合表中信息，对于项目 24、2、36，其不符合表中信息，可能是由于融资成功比率、人口密度相对数的影响。

§ 6 评估方法验证

(1) 用所建立评估方法对附件二所列项目进行评估，得出项目风险度：

表 11 项目风险度表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
风险度	0.38	0.67	0.54	0.87	0.31	0.17	0.62	0.54	0.57	0.55	0.65
序号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
风险度	0.44	0.64	0.63	0.47	0.58	0.43	0.56	0.35	0.29	0.59	0.23
序号	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
风险度	0.50	0.69	0.57	0.61	0.59	0.52	0.46	0.60	0.61	0.55	0.56
序号	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
风险度	0.42	0.57	0.67	0.51	0.56	0.53	0.46	0.58	0.53	0.51	0.52
序号	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
风险度	0.66	0.74	0.85	0.63	0.59	0.47	0.70	0.56	0.49	0.64	0.53
序号	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
风险度	0.15	0.59	0.59	0.44	0.46	0.52	0.69	0.57	0.42	0.59	0.53
序号	67	68	69	70	71	72	73	74			
风险度	0.51	0.58	0.74	0.66	0.73	0.56	0.59	0.56			

(2) 根据实际经验可知，项目在向银行贷款时，银行会对其进行风险评估，再决定所提供的贷款额度，故可用成功贷款率这一指标来粗略代表银行的评估体系，用成功贷款率来代表银行对该项目的评估风险，成功贷款率越高，表示其风险越小，反之越大。

定义：成功贷款率（成贷率）= 银行批复额度（万元）/ 申请贷款额度（万元）

(3) 建立线性相关模型，将风险评估体系和银行的风险评估体系做比较，得出两者的相关系数，来验证本文风评体系的可信度。

建模思路：

① 由于成贷率为 100% 的项目较多，区分度不高，同时为了便于计算，舍弃掉这些项目，对成贷率小于 100% 的项目做相关性分析。

② 将项目按成贷率进行升序排序，取出成贷率小于 100% 的项目，然后取出对应项目的风险度。

③ 用函数变换法将失败贷款率和风险度变换为相对数。

模型的建立于求解：

表 12

项目	4	46	47	51	58	62	69	70	71	72	73
成功贷款率	0.36	0.61	0.50	0.75	0.85	0.75	0.61	0.89	0.60	0.89	0.96
风险度	0.87	0.74	0.85	0.70	0.66	0.69	0.73	0.59	0.74	0.59	0.56

失败贷款率 = 1 - 成功贷款率

失败贷款率相对数 = (失败贷款率 - 最小失败贷款率) / 失败贷款率极差

风险度相对数 = (风险度 - 最小风险度) / 风险度极差

表 13

项目	4	46	47	51	58	62	69	70	71	72	73
失败贷款率相对数	1.00	0.58	0.77	0.35	0.18	0.35	0.58	0.11	0.60	0.11	0.00
风险度相对数	1.00	0.58	0.93	0.47	0.32	0.43	0.57	0.09	0.58	0.10	0.00

对失败贷款相对数和风险度相对数做线性相关分析，可得相关系数：0.977，表明本文所建风险评估体系的评估结果与银行风险评估体系几乎相同。所以完全可以得出结论，若银行风险评估体系可信，则本文所建风险评估体系可信。

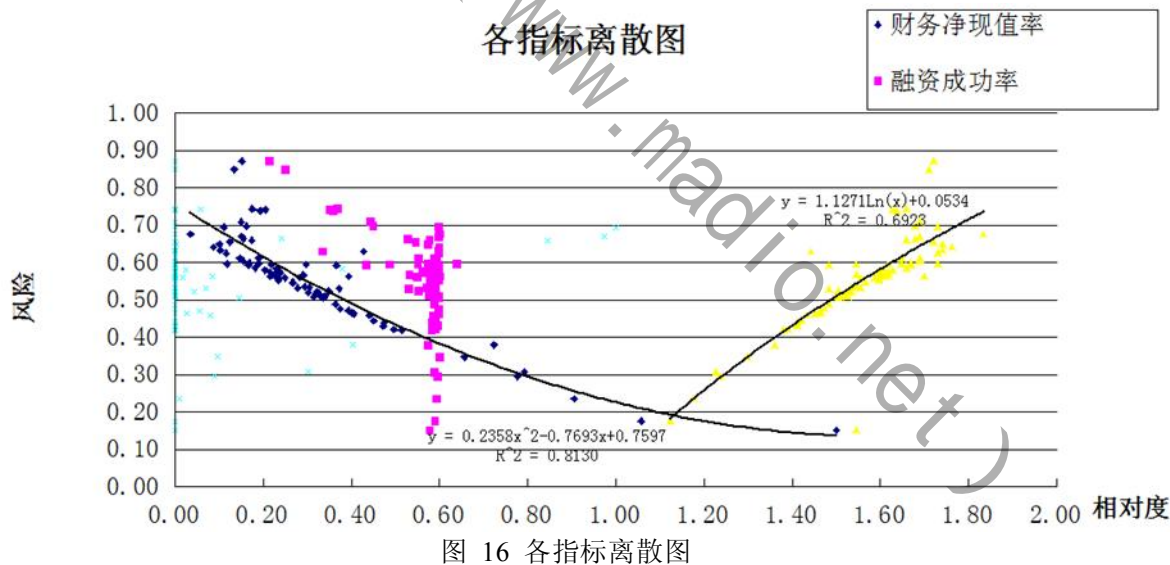
§ 7 误差分析与灵敏度分析

一、误差分析

对问题一中为土地储备部门提供的土地储备方案的风险评估方法，由于涉及的影响项目风险的评估指标众多，为了计算的方便，我们采用主成分判别法甄选了4个相对权重较大的指标进行预估风险，而这些指标客观上会影响到一个项目的风险评估，这就产生了一定的误差，但是通过主成分判别法较为客观的确定影响力可知对整个模型的影响不大。

对问题二中指出的由于近些年，土地市场的活跃性降低，加之一些土地储备项目可研报告有人为修改的情况存在等不可控的人为外生变量的影响，客观上也会对模型产生一定的误差。

二、灵敏度分析



在问题二中进行动态回收周期 P_t 对风险的贡献程度函数进行非线性拟合时，仅仅从附件2中给出的74个方案中动态回收周期进行考虑，得出的非线性曲线方程： $y = 1.1271 \cdot \ln(x) + 0.0534$

而实际每个项目的动态回收周期具有一定的不可预测性，这与每个项目所涉及的土地储备的各项风险有关，因而可以适当的增减动态回收周期的长度，进行灵敏度分析。针对 P_t 的不同增加值我们运用 Matlab 软件进行灵敏度分析（具体程序见附件程序4）。

结果如表所示：

表 11 不同 a 值和 P_t 值下对应的 y 值

$y \backslash P_t$	2	3	4	5	6	7	8	9
$y1(a=1.1271)$	0.8346	1.2916	1.6159	1.8673	2.0729	2.2466	2.3971	2.5299
$y2(a=1.1571)$	0.8554	1.3246	1.6575	1.9157	2.1266	2.3050	2.4595	2.5958
$y3(a=1.1871)$	0.8762	1.3576	1.6991	1.9640	2.1804	2.3634	2.5219	2.6617
$y4(a=1.2171)$	0.8970	1.3905	1.7407	2.0122	2.2342	2.4218	2.5843	2.7276
$y5(a=1.2471)$	0.9178	1.4235	1.7822	2.0605	2.2879	2.4801	2.6467	2.7936
$y6(a=1.2771)$	0.9386	1.4564	1.8238	2.1088	2.3417	2.5385	2.7091	2.8595

根据表格作图，如图：

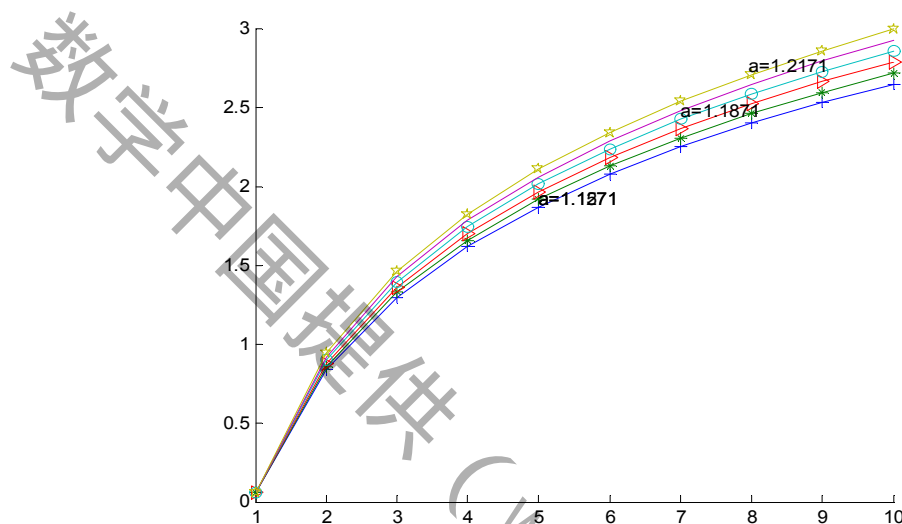


图 17 灵敏度分析图

由灵敏度分析可知，当 P_t 确定下来时，参变量 a 值变化引起的 y 值变化量相等；当 a 值一定时， y 值随着 P_t 值的增加而增加，但增加量越来越小。同时，对于不同的 a 值，当 $P_t > 5$ 时即对于动态回收周期超过 5 年的项目，其风险 y 值不断增大。这是因为对于一项土地储备方案来说，一旦其回收周期超过 5 年，则方案的预期收益偏差也就会越大，方案的不确定性增强，所以该方案的风险水平相对也就较高。

同理，在问题二中进行财务净现值率 $FNPVR$ 对风险的贡献程度函数进行非线性拟合时，仅仅从附件 2 中给出的 74 个方案中动态回收周期进行考虑，得出的非线性曲线方程： $y = 0.2358x^2 - 0.7693x + 0.7597$

表 12 不同 a 值和 x 值下对应的 y 值

$y \backslash x$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$y1(a=1.1271)$	0.6851	0.6153	0.5501	0.4897	0.434	0.383	0.3367	0.2952
$y2(a=1.1571)$	0.6824	0.6105	0.5438	0.4825	0.4265	0.3758	0.3304	0.2904
$y3(a=1.1871)$	0.6797	0.6057	0.5375	0.4753	0.419	0.3686	0.3241	0.2856
$y4(a=1.2171)$	0.677	0.6009	0.5312	0.4681	0.4115	0.3614	0.3178	0.2808
$y5(a=1.2471)$	0.6743	0.5961	0.5249	0.4609	0.404	0.3542	0.3115	0.276

而实际每个项目的财务内部收益率具有一定的不可预测性，这与每个项目所涉及的土地储备的各项风险有关，因而可以适当的增减财务内部收益率，进行灵敏度分析。针对 $FNPVR$ 的不同增加值我们运用 Matlab 软件进行灵敏度分析(具体程序见附件程序 5)。

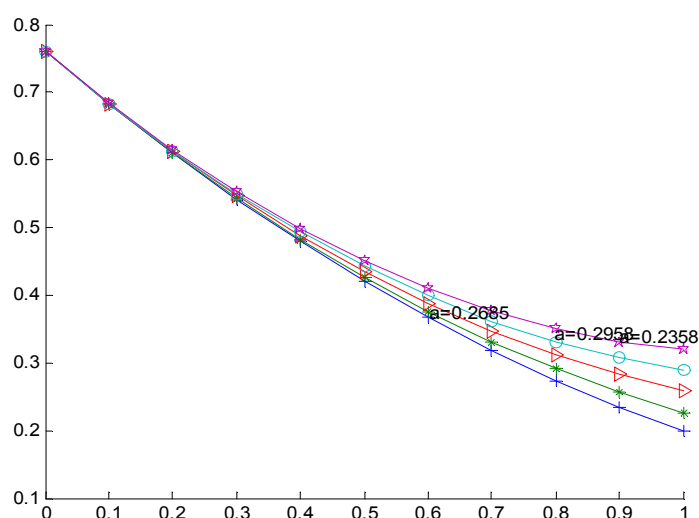


图 18 灵敏度分析图

由灵敏度分析可知，当 $FNPVR$ 确定下来时，参变量 a 值变化引起的 y 值变化量相等；当 a 值一定时，值 y 随着 $FNPVR$ 值的增加而减少，但减少量越来越大。同时，对于不同的 a 值，当 $FNPVR > 0.5$ 时，即对于财务净现值率超过 0.5 的项目，其风险 y 值不断减小。这是因为对于一项土地储备方案来说，一旦财务净现值率高于 0.5 时，则说明该方案的资金利用率较高，项目预期收益较高，方案的抗风险能力较强，所以该方案的风险水平相对也就较低。

§ 8 模型的评价与推广

一、模型的优点：

1. 本文巧妙运用流程图，将建模思路完整清晰的展现出来；
2. 利用Excel软件对数据进行处理并作出各种图表，简便，直观，快捷；
3. 运用多种数学软件（如 Matlab、Eviews），取长补短，使计算结果更加准确；
4. 本文建立的模型与实际紧密联系，使模型更贴近实际，通用性强。

二、模型的缺点：

1. 对于一些数据进行了一些必要的处理，会带来一定的误差。
2. 模型中为是计算简便，时的所得结果更为理想，忽略了一些次要因素的影响
3. 由于土地储备方案有人为修改的情况，故该数据不一定与实际相符。

§ 9 模型的改进

(1)综合评价模型过度依赖静态的原始数据，不能反映所用指标动态变化所产生的影响，和一些异常值所产生的影响。对于前者，可以考虑用灵敏度分析，通过参数的变化来模拟动态的指标，来研究所产生的变化；对于后者，可以用一些剔除异常值的方法，然后再用修改后的数据再做分析。

(2)残值分析模型中，有些指标由于分布没有规律的趋势线而不能做线性回归，但是其分布也有别的规律，可以考虑用别的方法来进行分析。比如集中一点以圆形向四周扩散的分布，可以用密集度来做统计分析，理论上应该符合正态分布，将不符合的异常点

剔除。

(3)残值分析模型所求得的异常值可能有不同的原因，可以通过数理统计等方法加以区分：另外，在剔除异常值后，可以用修改后的数据再做回归分析，只有将回归方程改进到足够优的时候，分析所得的结论才是可靠的。

§ 10 模型的推广

(1)在问题一中，本文采用的主成分判别模型不仅适用于土地储备方案的风险判别，而且还适用于其他的各种经济、社会活动方案的影响指标的确定。

(2)本文建立的层次分析模型不仅适用于求解影响土地储备方案的风险指标的权重，还适用于各种其他需要求解影响指标权重的情况。比如：毕业大学生进行单位选择时有各种影响因素，他们可以从定性和定量的角度对这些因素进行建立层次分析模型，最后进行求解各个影响指标所占的权重，从而可以选出最符合自身需求的单位。

(3)本文建立的模糊综合评价模型，不仅适用于土地储备方案的风险评估，摒弃风险度较大的方案，选择最优方案，而且适用于经济社会各种项目方案的优劣判别。比如：投资方案、农业经济技术方案等。该模型可以帮助人们从众多项目方案中择优选择，从而可以带给人们更大的收益，由于当今社会经济发展的快速增长，各个项目方案层出不穷，因此该模型的应用前景会更广阔。

参考文献

- [1].仲建娣:论土地储备机构贷款的风险表现及风险防范[J].上海金融, 2006.
- [2].李浩.戴大双:投入产出分析的几种系数矩阵在管理和经济分析中的运用[R].大连理工大学, 116024
- [3].杨军:土地储备风险管理的研究[R].同济大学经济管理学院, 2006.
- [4].陈晓军:城市土地储备发展模式及时政研究[R].西安建筑科技大学, 2010.
- [5].刘明皓:城市土地储备经济分析[R].西南大学, 2008.

数学中国提供 (www.madio.net)

附录

附录 1

附表 1

项目投资总额估算相对数	收购储备面积相对数	项目投资总额估算相对数	预期收益相对数	申请贷款额度相对数	银行批复额度相对数
0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
0.06	0.00	0.06	0.05	0.06	0.00
0.06	0.03	0.06	0.10	0.06	0.07
0.06	0.03	0.06	0.13	0.06	0.07
0.06	0.00	0.06	0.05	0.06	0.07
0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.07
0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.07
0.06	0.14	0.06	0.06	0.06	0.07
0.09	0.01	0.09	0.08	0.08	0.09
0.11	0.02	0.11	0.13	0.10	0.11
0.12	0.00	0.12	0.10	0.13	0.13
0.12	0.01	0.12	0.10	0.13	0.13
0.15	0.06	0.15	0.17	0.16	0.16
0.16	0.06	0.16	0.15	0.17	0.17
0.16	0.06	0.16	0.19	0.17	0.17
0.16	0.01	0.16	0.15	0.17	0.17
0.16	0.05	0.16	0.22	0.17	0.17
0.16	0.04	0.16	0.24	0.17	0.17
0.18	0.02	0.18	0.17	0.17	0.17
0.17	0.13	0.17	0.27	0.17	0.17
0.16	0.05	0.16	0.17	0.17	0.17
0.16	0.01	0.16	0.14	0.17	0.17
0.18	0.00	0.18	0.17	0.17	0.17
0.17	0.01	0.17	0.15	0.17	0.17
0.17	0.02	0.17	0.15	0.17	0.17
0.17	0.05	0.17	0.17	0.17	0.17
0.17	0.04	0.17	0.19	0.17	0.17
0.17	0.03	0.17	0.14	0.17	0.17
0.18	0.04	0.18	0.17	0.17	0.17
0.17	0.03	0.17	0.16	0.17	0.17
0.18	0.06	0.18	0.18	0.17	0.17
0.17	0.05	0.17	0.20	0.17	0.17
0.17	0.04	0.17	0.16	0.17	0.17
0.16	0.01	0.16	0.14	0.17	0.17
0.17	0.18	0.17	0.18	0.17	0.17
0.18	0.02	0.18	0.16	0.17	0.17
0.19	0.01	0.19	0.19	0.19	0.19
0.20	0.04	0.20	0.22	0.20	0.20
0.21	0.01	0.21	0.19	0.21	0.21

0.24	0.02	0.24	0.24	0.23	0.23
0.28	0.08	0.28	0.29	0.27	0.27
0.28	0.07	0.28	0.29	0.27	0.27
0.28	0.02	0.28	0.26	0.27	0.27
0.39	0.03	0.39	0.36	0.38	0.22
0.45	0.19	0.45	0.39	0.38	0.17
0.70	0.13	0.70	0.78	0.38	0.38
0.34	0.09	0.34	0.29	0.38	0.38
0.37	0.46	0.37	0.40	0.38	0.38
0.38	0.20	0.38	0.33	0.38	0.27
0.39	0.03	0.39	0.37	0.38	0.38
0.38	0.03	0.38	0.40	0.38	0.38
0.39	0.01	0.39	0.33	0.38	0.38
0.39	0.06	0.39	0.39	0.38	0.38
0.39	0.06	0.39	0.39	0.38	0.38
0.53	1.00	0.53	0.56	0.38	0.38
0.39	0.12	0.39	0.39	0.38	0.32
0.38	0.08	0.38	0.43	0.38	0.38
0.37	0.13	0.37	0.41	0.38	0.38
0.41	0.07	0.41	0.43	0.38	0.38
0.37	0.02	0.37	0.33	0.38	0.27
0.39	0.13	0.39	0.38	0.38	0.38
0.38	0.17	0.38	0.46	0.38	0.38
0.37	0.05	0.37	0.33	0.38	0.38
0.66	0.20	0.66	0.70	0.58	0.59
0.58	0.02	0.58	0.59	0.58	0.59
0.80	0.06	0.80	0.74	0.79	0.79
0.82	0.12	0.82	0.75	0.83	0.50
0.90	0.03	0.90	0.80	0.90	0.80
0.99	0.02	0.99	0.92	1.00	0.59
1.00	0.03	1.00	1.00	1.00	0.89
0.99	0.07	0.99	0.91	1.00	0.96
0.99	0.14	0.99	0.93	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00

附表 2

财务净现值 率 (FNPVR)	动态回收 周期 (Pt)	财务内部收 益率 (FIRR)	融资成功率 (Pd)	人口密度相 对数	预期基准收 益率
0.72	1.32	0.54	0.57	0.40	2.02
0.03	1.78	0.12	0.60	0.00	1.21
0.27	1.52	0.29	0.58	0.00	1.47
0.15	1.67	0.20	0.21	0.00	1.35
0.79	1.19	0.64	0.59	0.30	2.08
1.06	1.09	0.80	0.59	0.00	2.39

0.12	1.68	0.18	0.60	0.00	1.29
0.27	1.52	0.28	0.58	0.00	1.47
0.23	1.56	0.26	0.58	0.00	1.42
0.23	1.55	0.26	0.60	0.00	1.43
0.12	1.67	0.19	0.55	0.00	1.30
0.47	1.37	0.42	0.58	0.00	1.71
0.09	1.71	0.16	0.60	0.00	1.26
0.10	1.69	0.17	0.60	0.00	1.28
0.39	1.42	0.37	0.60	0.06	1.62
0.18	1.61	0.23	0.60	0.00	1.37
0.47	1.37	0.43	0.60	0.00	1.71
0.23	1.56	0.26	0.60	0.08	1.42
0.66	1.26	0.55	0.60	0.10	1.92
0.78	1.20	0.63	0.60	0.09	2.06
0.22	1.57	0.25	0.55	0.00	1.41
0.90	1.14	0.71	0.59	0.01	2.21
0.34	1.46	0.34	0.60	0.15	1.55
0.11	1.68	0.18	0.60	1.00	1.29
0.24	1.55	0.26	0.56	0.00	1.43
0.15	1.64	0.20	0.59	0.00	1.33
0.17	1.62	0.22	0.59	0.00	1.35
0.30	1.49	0.31	0.59	0.00	1.51
0.44	1.39	0.40	0.59	0.08	1.67
0.15	1.64	0.21	0.59	0.00	1.34
0.19	1.60	0.23	0.55	0.00	1.38
0.24	1.55	0.27	0.59	0.00	1.43
0.28	1.51	0.30	0.55	0.00	1.49
0.50	1.35	0.44	0.59	0.00	1.74
0.21	1.57	0.25	0.58	0.00	1.41
0.15	1.64	0.21	0.60	0.97	1.33
0.34	1.46	0.33	0.58	0.00	1.55
0.39	1.65	0.20	0.55	0.00	1.36
0.28	1.51	0.29	0.59	0.00	1.48
0.40	1.41	0.38	0.60	0.03	1.63
0.23	1.56	0.26	0.60	0.38	1.38
0.30	1.49	0.31	0.57	0.00	1.51
0.33	1.47	0.33	0.58	0.00	1.54
0.32	1.48	0.32	0.58	0.04	1.53
0.17	1.61	0.22	0.58	0.84	1.39
0.20	1.58	0.24	0.35	0.06	1.40
0.13	1.66	0.19	0.25	0.00	1.31
0.43	1.40	0.39	0.33	0.00	1.66
0.12	1.68	0.18	0.64	0.00	1.29
0.37	1.43	0.36	0.60	0.00	1.59
0.15	1.64	0.21	0.44	0.00	1.33
0.25	1.54	0.27	0.58	0.02	1.45
0.36	1.44	0.35	0.59	0.00	1.58

0.10	1.69	0.17	0.57	0.00	1.28
0.29	1.50	0.30	0.58	0.00	1.50
1.50	1.50	0.30	0.58	0.00	1.50
0.37	1.44	0.35	0.43	0.00	1.58
0.30	1.50	0.31	0.49	0.00	1.50
0.45	1.38	0.41	0.59	0.00	1.68
0.40	1.42	0.38	0.60	0.00	1.62
0.35	1.46	0.34	0.55	0.00	1.56
0.16	1.63	0.21	0.45	0.00	1.35
0.24	1.55	0.27	0.57	0.00	1.43
0.51	1.34	0.45	0.58	0.00	1.76
0.17	1.62	0.22	0.60	0.00	1.35
0.37	1.44	0.36	0.53	0.07	1.59
0.31	1.48	0.32	0.60	0.00	1.52
0.20	1.58	0.24	0.59	0.02	1.39
0.17	1.61	0.22	0.37	0.00	1.36
0.15	1.63	0.21	0.53	0.24	1.34
0.19	1.59	0.24	0.36	0.00	1.38
0.29	1.50	0.30	0.53	0.00	1.50
0.19	1.60	0.23	0.57	0.00	1.38
0.22	1.57	0.25	0.60	0.00	1.41

附录 2——程序：

利用 MATLAB 主成分判别法求解程序：

A=[0.72 1.32 0.54 0.57 0.40 2.02

0.03 1.78 0.12 0.60 0.00 1.21

0.27 1.52 0.29 0.58 0.00 1.47

0.15 1.67 0.20 0.21 0.00 1.35

0.79 1.19 0.64 0.59 0.30 2.08

1.06 1.09 0.80 0.59 0.00 2.39

0.12 1.68 0.18 0.60 0.00 1.29

0.27 1.52 0.28 0.58 0.00 1.47

0.23 1.56 0.26 0.58 0.00 1.42

0.23 1.55 0.26 0.60 0.00 1.43

0.12 1.67 0.19 0.55 0.00 1.30

0.47 1.37 0.42 0.58 0.00 1.71

0.09 1.71 0.16 0.60 0.00 1.26

0.10 1.69 0.17 0.60 0.00 1.28

0.39 1.42 0.37 0.60 0.06 1.62

0.18 1.61 0.23 0.60 0.00 1.37

0.47 1.37 0.43 0.60 0.00 1.71

0.23 1.56 0.26 0.60 0.08 1.42

0.66 1.26 0.55 0.60 0.10 1.92

0.78 1.20 0.63 0.60 0.09 2.06

0.22 1.57 0.25 0.55 0.00 1.41

0.90 1.14 0.71 0.59 0.01 2.21

0.34	1.46	0.34	0.60	0.15	1.55
0.11	1.68	0.18	0.60	1.00	1.29
0.24	1.55	0.26	0.56	0.00	1.43
0.15	1.64	0.20	0.59	0.00	1.33
0.17	1.62	0.22	0.59	0.00	1.35
0.30	1.49	0.31	0.59	0.00	1.51
0.44	1.39	0.40	0.59	0.08	1.67
0.15	1.64	0.21	0.59	0.00	1.34
0.19	1.60	0.23	0.55	0.00	1.38
0.24	1.55	0.27	0.59	0.00	1.43
0.28	1.51	0.30	0.55	0.00	1.49
0.50	1.35	0.44	0.59	0.00	1.74
0.21	1.57	0.25	0.58	0.00	1.41
0.15	1.64	0.21	0.60	0.97	1.33
0.34	1.46	0.33	0.58	0.00	1.55
0.39	1.65	0.20	0.55	0.00	1.36
0.28	1.51	0.29	0.59	0.00	1.48
0.40	1.41	0.38	0.60	0.03	1.63
0.23	1.56	0.26	0.60	0.38	1.38
0.30	1.49	0.31	0.57	0.00	1.51
0.33	1.47	0.33	0.58	0.00	1.54
0.32	1.48	0.32	0.58	0.04	1.53
0.17	1.61	0.22	0.58	0.84	1.39
0.20	1.58	0.24	0.35	0.06	1.40
0.13	1.66	0.19	0.25	0.00	1.31
0.43	1.40	0.39	0.33	0.00	1.66
0.12	1.68	0.18	0.64	0.00	1.29
0.37	1.43	0.36	0.60	0.00	1.59
0.15	1.64	0.21	0.44	0.00	1.33
0.25	1.54	0.27	0.58	0.02	1.45
0.36	1.44	0.35	0.59	0.00	1.58
0.10	1.69	0.17	0.57	0.00	1.28
0.29	1.50	0.30	0.58	0.00	1.50
1.50	1.50	0.30	0.58	0.00	1.50
0.37	1.44	0.35	0.43	0.00	1.58
0.30	1.50	0.31	0.49	0.00	1.50
0.45	1.38	0.41	0.59	0.00	1.68
0.40	1.42	0.38	0.60	0.00	1.62
0.35	1.46	0.34	0.55	0.00	1.56
0.16	1.63	0.21	0.45	0.00	1.35
0.24	1.55	0.27	0.57	0.00	1.43
0.51	1.34	0.45	0.58	0.00	1.76
0.17	1.62	0.22	0.60	0.00	1.35
0.37	1.44	0.36	0.53	0.07	1.59

0.31	1.48	0.32	0.60	0.00	1.52
0.20	1.58	0.24	0.59	0.02	1.39
0.17	1.61	0.22	0.37	0.00	1.36
0.15	1.63	0.21	0.53	0.24	1.34
0.19	1.59	0.24	0.36	0.00	1.38
0.29	1.50	0.30	0.53	0.00	1.50
0.19	1.60	0.23	0.57	0.00	1.38
0.22	1.57	0.25	0.60	0.00	1.41
0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
0.06	0.00	0.06	0.05	0.06	0.00
0.06	0.03	0.06	0.10	0.06	0.07
0.06	0.03	0.06	0.13	0.06	0.07
0.06	0.00	0.06	0.05	0.06	0.07
0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.07
0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.07
0.06	0.14	0.06	0.06	0.06	0.07
0.09	0.01	0.09	0.08	0.08	0.09
0.11	0.02	0.11	0.13	0.10	0.11
0.12	0.00	0.12	0.10	0.13	0.13
0.12	0.01	0.12	0.10	0.13	0.13
0.15	0.06	0.15	0.17	0.16	0.16
0.16	0.06	0.16	0.15	0.17	0.17
0.16	0.06	0.16	0.19	0.17	0.17
0.16	0.01	0.16	0.15	0.17	0.17
0.16	0.05	0.16	0.22	0.17	0.17
0.16	0.04	0.16	0.24	0.17	0.17
0.18	0.02	0.18	0.17	0.17	0.17
0.17	0.13	0.17	0.27	0.17	0.17
0.16	0.05	0.16	0.17	0.17	0.17
0.16	0.01	0.16	0.14	0.17	0.17
0.18	0.00	0.18	0.17	0.17	0.17
0.17	0.01	0.17	0.15	0.17	0.17
0.17	0.02	0.17	0.15	0.17	0.17
0.17	0.05	0.17	0.17	0.17	0.17
0.17	0.04	0.17	0.19	0.17	0.17
0.17	0.03	0.17	0.14	0.17	0.17
0.18	0.04	0.18	0.17	0.17	0.17
0.17	0.03	0.17	0.16	0.17	0.17
0.18	0.06	0.18	0.18	0.17	0.17
0.17	0.05	0.17	0.20	0.17	0.17
0.17	0.04	0.17	0.16	0.17	0.17
0.16	0.01	0.16	0.14	0.17	0.17
0.17	0.18	0.17	0.18	0.17	0.17

```

0.18 0.02 0.18 0.16 0.17 0.17
0.19 0.01 0.19 0.19 0.19 0.19
0.20 0.04 0.20 0.22 0.20 0.20
0.21 0.01 0.21 0.19 0.21 0.21
0.24 0.02 0.24 0.24 0.23 0.23
0.28 0.08 0.28 0.29 0.27 0.27
0.28 0.07 0.28 0.29 0.27 0.27
0.28 0.02 0.28 0.26 0.27 0.27
0.39 0.03 0.39 0.36 0.38 0.22
0.45 0.19 0.45 0.39 0.38 0.17
0.70 0.13 0.70 0.78 0.38 0.38
0.34 0.09 0.34 0.29 0.38 0.38
0.37 0.46 0.37 0.40 0.38 0.38
0.38 0.20 0.38 0.33 0.38 0.27
0.39 0.03 0.39 0.37 0.38 0.38
0.38 0.03 0.38 0.40 0.38 0.38
0.39 0.01 0.39 0.33 0.38 0.38
0.39 0.06 0.39 0.39 0.38 0.38
0.39 0.06 0.39 0.39 0.38 0.38
0.53 1.00 0.53 0.56 0.38 0.38
0.39 0.12 0.39 0.39 0.38 0.32
0.38 0.08 0.38 0.43 0.38 0.38
0.37 0.13 0.37 0.41 0.38 0.38
0.41 0.07 0.41 0.43 0.38 0.38
0.37 0.02 0.37 0.33 0.38 0.27
0.39 0.13 0.39 0.38 0.38 0.38
0.38 0.17 0.38 0.46 0.38 0.38
0.37 0.05 0.37 0.33 0.38 0.38
0.66 0.20 0.66 0.70 0.58 0.59
0.58 0.02 0.58 0.59 0.58 0.59
0.80 0.06 0.80 0.74 0.79 0.79
0.82 0.12 0.82 0.75 0.83 0.50
0.90 0.03 0.90 0.80 0.90 0.80
0.99 0.02 0.99 0.92 1.00 0.59
1.00 0.03 1.00 1.00 1.00 0.89
0.99 0.07 0.99 0.91 1.00 0.96
0.99 0.14 0.99 0.93 1.00 1.00
0.01 0.00 0.01 0.00 0.01 0.00 ];

```

```
b1=mean(A);
```

```
b2=std(A);
```

```
C=(A'-b1'*ones(1,148))./(b2'*ones(1,148));
```

```
covx=cov(C);
```

```
[pc latent explained]=pcacov(covx);
```

```
pc;
```

%对原始数据进行标准化处理

%求主成分

%特征向量

```
latent; %特征值
d=var(C)
e=sqrt(d)
f=pc(:,1)*sqrt(latent(1,1))./e'
```

程序 2:

%相对优属度矩阵求解程序:

```
X=[0.72 0.57 1.32 0.40;0.03 0.60 1.78 0.00 ;
    0.27 0.58 1.52 0.00 ;0.19 0.57 1.60 0.00 ;
    0.22 0.60 1.57 0.00 ];
```

%建立无量纲化的指标矩阵:

```
A1=0.03./X(:,1);
```

```
A2=0.57./X(:,2);
```

```
A3=X(:,3)./1.78;
```

```
A4=X(:,4)./0.40;
```

```
A=[A1;A2;A3;A4];
```

% 建立权向量:

```
a=A;
```

```
t=std(a)./mean(a);
```

```
w=t/sum(t);
```

程序 3: 利用 MATLAB 做出风险贡献度 f_i 与增减幅度的函数图象的程序:

```
x=0:0.1:1;
```

```
y=(1.35*(1+x)-1.09)/0.69;
```

```
plot(x,y)
```

```
grid on
```

```
xlabel('增减幅度大小')
```

```
>> ylabel('风险贡献度')
```

```
>> title('风险贡献度与增减幅度大小的关系')
```

程序 4: 利用 MATLAB 对动态回收周期函数进行灵敏度分析的程序:

```
x=1:10;
```

```
y1=1.1271*log(x)+0.0534
```

```
y2=1.1571*log(x)+0.0534
```

```
y3=1.1871*log(x)+0.0534
```

```
y4=1.2171*log(x)+0.0534
```

```
y5=1.2471*log(x)+0.0534
```

```
y6=1.2771*log(x)+0.0534
```

```
hold on
```

```
plot(x,y1,'-+',x,y2,'-*',x,y3,'->',x,y4,'-o',x,y5,'-',x,y6,'-p')
```

```
gtext('a=1.1271')
```

```
gtext('a=1.1571')
```

```

gtext('a=1.1871')
gtext('a=1.2171')
gtext('a=1.2471')
gtext('a=1.2771')
a5=y6-y5
a4=y5-y4
a3=y4-y3
a2=y3-y2
a1=y2-y1

```

程序 5：利用 MATLAB 对财务净现值率函数进行灵敏度分析的程序：

```

x=0:0.1:1;
y1=0.2358*x^2-0.7963*x+0.7597
y2=0.2658*x^2-0.7993*x+0.7597
y3=0.2958*x^2-0.8293*x+0.7597
y4=0.3258*x^2-0.8593*x+0.7597
y5=0.3558*x^2-0.8893*x+0.7597
hold on
plot(x,y1,'-+',x,y2,'-*',x,y3,'->',x,y4,'o',x,y5,'-p')
gtext('a=0.2358')
gtext('a=0.2685')
gtext('a=0.2958')
gtext('a=0.3258')
gtext('a=0.3558')
a4=y5-y4
a3=y4-y3
a2=y3-y2
a1=y2-y1

```

程序 6：利用 MATLAB 对财务净现值率函数进行灵敏度分析测算的程序：

```

>> x=[0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8];
>> y=0.2358*x.^2-0.7693*x+0.7597
y =    0.6851    0.6153    0.5501    0.4897    0.4340    0.3830    0.3367    0.2952
>> x=[0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8];
>> y=0.2658*x.^2-0.7993*x+0.7597
y =    0.6824    0.6105    0.5438    0.4825    0.4265    0.3758    0.3304    0.2904
>> x=[0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8];
>> y=0.2958*x.^2-0.8293*x+0.7597
y =    0.6797    0.6057    0.5375    0.4753    0.4190    0.3686    0.3241    0.2856
>> x=[0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8];
>> y=0.3258*x.^2-0.8593*x+0.7597
y =    0.6770    0.6009    0.5312    0.4681    0.4115    0.3614    0.3178    0.2808
>> x=[0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8];
>> y=0.3558*x.^2-0.8893*x+0.7597
y =    0.6743    0.5961    0.5249    0.4609    0.4040    0.3542    0.3115    0.2760

```

数学中国提供 (www.madio.net)