

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：2715

参赛队员 (签名)：

队员 1：林啸

队员 2：张苹苹

队员 3：张师源

参赛队教练员 (签名)： 无

参赛队伍组别： 研究生组

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）：2715

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）：

2014 年第七届“认证杯”数学中国 数学建模网络挑战赛第一阶段论文

题 目 土地储备方案的风险评估

关键词 层次分析法 基于熵权的灰色关联法模型 权重系数 评价指标

摘 要：

土地资源作为现今稀缺资源之一影响着国家的经济发展。实施土地收储对经济发展起到了积极的作用的同时，也带来了一些金融风险，因此土地储备方案的风险评估越来越受到相关部门的重视。本文应用了多种分析模型对某省级土地储备中心的储备项目进行了风险评估。

首先对所给的材料进行分析，并综合考虑影响土地储备的风险因素，结合我国的土地政策，分选出对土地储备风险影响较大的因素，将各个影响因子赋予一定的权重，得到一个风险评估的综合指标，在此基础上应用层次分析法分析了各个影响因子的权重系数，得出了一个能够综合考虑各方面影响因子的合理评价指标。为了使评估更精确，本文还建立了基于熵权的灰色关联法模型，分别对各个影响因子的权重做了进一步的校核，得到了一个对风险评估更为准确的评价标准。

对于问题 2，应用上述的风险评价标准，选取 74 组方案中的各项指标，应用基于熵权的灰色关联法模型进行评价，找出了 10 个风险最大的项目，结合实际情况对结果进行了分析。

关键字：层次分析法 基于熵权的灰色关联法模型 权重系数 评价指标

参赛队号： 2715

参赛密码 _____
(由组委会填写)

所选题目： C 题

英文摘要

As one of today's scarce resources, land resources affects the economic development of the country. Land purchasing and storage brought some financial risk, while it has played a positive role on economic development. So, the risk assessment of land reserve programs has gained more and more attentions from relevant departments. In this paper, a variety of analytical models were used to do a risk assessment conducted by some Provincial Reserve Land Reserve Center.

First, analyze the given material, considering the risk factors that affect land reserves, combined with China's land policy. Pick out the important risk factors, give a certain weight to these factors. In this way, the composite indicator of risk assessment can be obtained. On the basis of analysis, using AHP to analyze the weight coefficient of each factor, a reasonable evaluation indicator which considering all aspects of the impact comprehensively can be obtained. In order to assess more accurately, the paper has also established a model of gray correlation method based on entropy weight, respectively, to further check the weight of each factor, get a more accurate assessment of risk evaluation indicator.

For question 2, use the above risk evaluation indicator, select indicators in the 74 program groups. Use gray correlation method based on entropy models, combined with the actual situation of the analysis results explained, to find out the 10 most highly risked project.

Keywords: AHP Grey correlation method based on entropy model
Weight Factor Evaluation index

土地储备方案的风险评估

摘 要

土地资源作为现今稀缺资源之一影响着国家的经济发展。实施土地收储对经济发展起到了积极的作用的同时，也带来了一些金融风险，因此土地储备方案的风险评估越来越受到相关部门的重视。本文应用了多种分析模型对某省级土地储备中心的储备项目进行了风险评估。

首先对所给的材料进行分析，并综合考虑影响土地储备的风险因素，结合我国的土地政策，分选出对土地储备风险影响较大的因素，将各个影响因子赋予一定的权重，得到一个风险评估的综合指标，在此基础上应用层次分析法分析了各个影响因子的权重系数，得出了一个能够综合考虑各方面影响因子的合理评价指标。为了使评估更精确，本文还建立了基于熵权的灰色关联法模型，分别对各个影响因子的权重做了进一步的校核，得到了一个对风险评估更为准确的评价标准。

对于问题 2，应用上述的风险评价标准，选取 74 组方案中的各项指标，应用基于熵权的灰色关联法模型进行评价，找出了 10 个风险最大的项目，结合实际情况对分析结果进行了解释。

关键字：层次分析法 基于熵权的灰色关联法模型 权重系数 评价指标

一、问题重述

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，依法取得土地，进行前期开发、储存以备供应土地的行为。土地储备工作的具体实施，由土地储备机构承担。土地储备的基本步骤如下：

第一步：土地储备中心对拟征用储备地块进行调查摸底，并进行前期定界测量工作；

第二步：根据拟征收储备地块的摸底材料情况，提交用地预审申请及相关文件资料，经批准后进行预审。

第三步：被征收土地所在国土局根据拟征用储备地块的摸底材料，准备征地报批资料（主要是土地储备项目可研报告，见附件一），并会同预审意见一同上报；

第四步：征地经政府批准后，市储备中心负责筹集资金，公告并实施征地协议的签订和补偿工作；

第五步：储备中心向规划局申请定点和编制控制性规划；

第六步：征地程序完成后，将征为国有的土地存入政府储备库，并按照规定实施前期开发和配套建设。

这几年来，通过实施土地收储及招拍挂，在增加地方财政收入，改善城市基础设施建设，提高土地市场的公平性和透明性方面起到了积极的作用。但是，由于在土地收储过程中，需要动用大量的资金，而这种资金如果单纯依靠有限的财政资金是不现实。再加上，当前我国的金融产品较为单一，土地银行、土地债券、土地信托等新型的金融产品至今仍待字闺中。于是在地方政府及其财政背书的情况下，土地收储机构往往大量利用银行的授信贷款、抵押贷款等各种渠道的信贷资金收储土地。而这些资金在土地市场活跃向好的情况下，风险不易显现。而当土地市场疲软之时，极易因所收储的土地无法变现而导致金融风险的集中暴发，所以土地收储也成为金融风险的关键环节。

问题 1、请利用附件二中的数据，建立合理的数学模型，提出一个比较实用的土地储备方案的风险评估方法。

问题 2、利用本论文所提出的风险评估方法对附件二中的方案进行风险评估，找出 10 个风险最大的项目，并从本论文所建立的模型的角度，指出造成这 10 个项目风险较大的原因。

二、问题分析

本题的关键是在附件中所给数据的基础上，在网上查找相关的资料，分析出对于土地储备风险影响较大的一些因素，综合考量这些影响因素，并对各个风险影响因子做出权重分析，进而得出一个有效的可综合评价土地储备方案风险的评价指标。利用评价指标对已有的土地储备方案做出评价，并结合实际情况进一步解释其评价的合理性。

由于此问题是一个离散模型的评价问题，鉴于评价分析算法有很多种，我们需要对不同的分析算法进行取舍，同时为了减小由于算法本身缺陷而导致的评价误差，需要应用至少两种分析方法进行比较。针对该评价问题的特点，结合已有的数据和评价算法的优缺点，拟采用层次分析法进行评价指标的确定，并采用基于熵权的灰色关联法模型对上述结果进行改进，最终得到一个较为实用的土地储备方案的风险评估方法。

对于附件二中给出的各个方案，应用层次分析法及基于熵权的灰色关联法模型，提取方案二中对土地储备风险影响较大的财务净现值（FNPV）、财务内部收益率（FIRR）、

动态回收周期 (P_t)、项目投资总额估算以及通过数据处理计算得到的收益投入比等影响因子来作为层次分析中的准则层，各个方案作为层次分析中的方案层，将综合风险得分指标值作为目标层，最终得到各个方案的目标层排序，即得出了一个对各个方案评价的综合风险得分指标。由于考虑到层次分析法的主观性太强，本文还建立了基于熵权的灰色关联法模型，对风险评价结果进行了改进，最后结合实际情况对该评价指标的合理性进行了说明。

对于问题一，储备土地风险的影响因素是一个关键点，储备土地主要的风险在于利率风险、财务风险、经营风险、政策风险、市场风险等，在查找到的数据中遴选出较为重要的影响因素是正确评价风险的先决条件，而层次分析法可以先将复杂问题分解为若干层次和若干因素，在各因素之间进行简单的比较和计算，就可以得出不同方案的权重，为最佳方案的选择提供依据，结合本题的特点，选择了层次分析法。

三、基本假设

- 1、假定该省的房产价格在近五年内没有剧烈的波动。
- 2、国家的经济发展水平持续保持稳定增长。
- 3、该地区在未来的一段时间不会出现重大的自然灾害。
- 4、假设本文中所有数据都是真实可靠的。

四、符号说明

C_i	影响因素
a_{ij}	C_i 和 C_j 对 O 的影响之比
H_i	熵值
W	熵权
ξ	关联系数
γ	加权关联度
$\omega(k)$	第 k 指标权重
$\min_j \min_k \Delta_{ij}(k)$	二级最小差
$\max_j \max_k \Delta_{ij}(k)$	二级最大差
ζ	分辨系数

五、土地储备方案风险影响因素的选择原则

由题目中某省级土地储备中心的土地储备项目可行性研究报告中我们可以看到，城市土地储备是许多城市政府调控城市土地市场的主要工具，储备土地也成为各地以招标拍卖挂牌方式供应土地的主要来源，亦是新的经济增长点。因此，土地储备方案的风险性评估是土地储备工作的重要环节，土地储备方案的风险性主要在于利率风险、财务风险、经营风险、政策风险、市场风险等。

从收益保障的角度来看，在土地储备工作中考虑土地储备的收益时，采用财务净现值来评价土地储备收益，其优点在于考虑了资金的时间价值，并全面考虑了整个计算期内的现金流量的时间分布的状况；经济意义明确直观，能够直接以货币额表示项目的盈利水平，判断直观。同时辅以财务内部收益率作为项目收益的评价指标，其优点在于财务内部收益率（FIRR）指标考虑了资金的时间价值以及项目在整个计算期内的经济状况，不仅能反映投资过程的收益程度，而且 FIRR 的大小不受外部参数影响，完全取决于项目投资过程净现金流量系列的情况。最重要的一条保证其土地储备项目能够盈利的指标为投入产出比，投入产出比是指项目全部投资与运行寿命期内产出的工业增加值总和之比，该指标可以广泛应用于各类项目的经济效果评价指标。

从风险的角度来看，资金的动态回收周期（pt），动态投资回收期是把投资项目各年的净现金流量按基准收益率折成现值之后，再来推算投资回收期，这就是它与静态投资回收期的根本区别。动态投资回收期就是净现金流量累计现值等于零时的年份。动态回收期越短，越有利于土地储备资金的流动和回收。

总收储成本在土地储备项目中也是一项非常重要的指标，总收储成本过高会过多占用政府的收储资金不利于土地储备工作的灵活开展。

收购储备面积作为土地储备工作中的重要指标，直接影响到用途、资金风险及土地评估风险等，对土地储备风险评估具有重要意义。

涉及拆迁补偿人口数是衡量土地储备工作难度及拆迁成本的一项重要指标，此外还能体现土地利用不合理。该指标直接影响着土地储备工作的进展速度和土地储备成本。

银行复批额度/投资总额是衡量土地储备工作资金风险的指标，该项值越大，说明该土地储备方案的银行融资越多，风险越大、资金保障越差，后期资金供给疲软。

六、本题算法的选用原则

6.1 土地储备方案风险评估的初始模型（基于层次分析法）

层次分析法模型通常运用于解决实际问题中的离散问题，且涉及的数学知识不是很深，对社会经济系统进行系统分析有较好的效果。通常在作比较、判断、评价、决策时，对所解决的问题造成影响的因素的重要性、影响力、或者优先程度往往难于量化，人的主观选择有时会起到相当重要的作用，这样，我们就需要整理和综合人们的主观判断，使定性分析与定量分析有机结合，实现定量化决策。通过分析本题可以发现，本题的问题结构具有明显的层次感，可以将其分为三层，很适合采用层次分析法的。

6.2 土地储备方案风险评估的改进模型（基于熵权法）

在信息论中，熵值反映了信息无序化程度，其值越小，系统无序度越小，信息的效用值越大；其值越大，系统无序度越高，信息的效用值越小。对于所讨论的 m 个评价项目 n 个评价指标的初始矩阵，判断矩阵显然是一种信息的载体，故可用信息熵评价所

获系统信息的有序度及其效用来确定指标权重, 尽量消除权重计算的人为干扰, 使评价结果更符合实际。这样就可以弥补 AHP 方法中的缺点, 即评价指标的权重的确定主观性太强, 这样就会造成评价结果可能由于人的主观因素而形成偏差。

6.3 土地储备方案风险评估的最终模型（基于熵权的灰色关联法）

灰色关联评价系统是根据所给出的评价标准或比较序列, 通过计算参考序列与各评价标准或比较序列的关联度大小, 判断该参考序列与哪级比较序列的接近程度来评定该参考序列的等级。

由于利用计算熵值来确定各目标的权重, 再对所有指标进行加权, 能够得出较为客观的综合评价结果。所以现尝试在上述熵权法模型的基础之上, 将熵值法引入到灰色关联分析法的权重计算中, 从而提高风险评估的评价精度, 从而提出了基于熵权的灰色关联法模型来进行风险评估。

七、基于层次分析法的土地储备方案风险评估模型

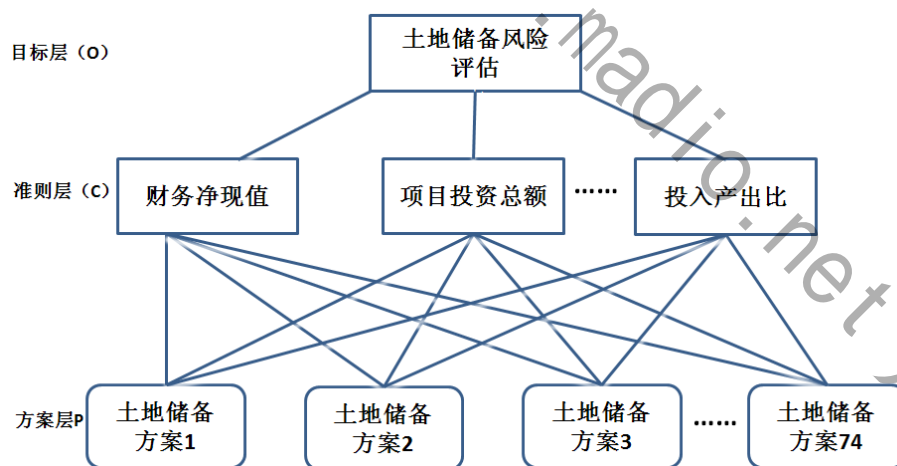
7.1 模型的建立

层次分析法 (AHP) 首先把问题层次化, 按问题性质和总目标将此问题分解成不同层次, 构成一个多层次的的分析结构模型, 分为最低层 (供决策的方案、措施等), 相对于最高层 (总目标) 的相对重要性权值的确定或相对优劣次序的排序问题。

运用层次分析法解决问题, 大体可按如下步骤进行:

1) 将问题分解, 建立层次结构;

土地储备方案风险评估问题的层次结构共分为三层: 第一层目标层 (O) 为储备方案的综合风险得分指标值, 第二层为准则层 (C) 即影响储备风险的影响因素 (如项目投入总额、投入产出比等), 第三层为方案层 (P)。



2) 通过相互比较确定各个准则对目标的权重, 及各方案对于每一准则的权重。

假设要比较某一层 n 个因素 C_1, C_2, \dots, C_n 对上一个因素 O 的影响, 要每次取两个因素 C_i ,

C_j , 用 a_{ij} 表示 C_i 和 C_j 对 O 的影响之比, 全部比较结果可以用成对比较矩阵

$A = (a_{ij})_{n \times n}$, $a_{ij} > 0$, $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ 表示。

3) 将方案层对准则层的权重及准则层对目标层的权重进行综合，最终确定方案层对目标层的权重。

建立判断矩阵，比较矩阵中的取值（一个因素对另一个因素的比值）约定为如下标度：

Saaty 标度	含义
1	表示待比较的两个因素有相同的重要性
3	一个因素比另一个因素稍微重要
5	一个因素比另一个因素明显重要
7	一个因素比另一个因素强烈重要
9	一个因素比另一个因素极端重要
2, 4, 6, 8	因素之间重要性比较在上述描述之间
相应上述的倒数	一个因素比另一个因素不重要的上述描述

本文中的准则层C（土地储备风险影响因素）的个数为8个，对这8个影响因素按约定标度做对比，得出其比较矩阵，得到的正互反矩阵为：

	财务净现值	财务内部收益率	动态回收周期	项目投资总额估算	涉及拆迁补偿人口	收益投入比	收购储备面积	银行复批额度/投资总额
财务净现值	1	1	1	0.5	0.5	1	0.5	1
财务内部收益率	1	1	1	0.5	0.5	1	0.5	1
动态回收周期	1	1	1	0.5	0.5	1	0.5	1
项目投资总额估算	2	2	2	1	1	2	1	2
涉及拆迁补偿人口	2	2	2	1	1	2	1	2
收益投入比	1	1	1	0.5	0.5	1	0.5	1
收购储备面积	2	2	2	1	1	2	1	2
银行复批额度/投资总额	1	1	1	0.5	0.5	1	0.5	1

而74组项目方案的各个指标具体情况见附表2，其矩阵为74×8的矩阵，数据相对较多。在应用层次分析法时需要进行一致性检验，我们知道在应用一致性检验时，当一致

性比率 $CR = \frac{CI}{RI} < 0.1$ 时，认为A的一致性程度在容许范围内，但现有的随机一致性指标RI值只能查询到n=15，具体数值见附表3，无法对本文中的n=74的矩阵进行一致性检验。因此，本文通过“冒泡法”对每两个方案分别进行对比，它重复地走访过要排序的数列，一次比较两个元素。从而对全部74个方案进行综合风险得分指标值进行排序。

7.2模型的求解

首先将风险评估的问题用一个递阶层次结构模型来表示，第二步对同一层次的要素以上一级要素为准则进行两两比较，根据评定尺度建立比较矩阵，本文中两两比较矩阵是通过“冒泡法”得到的，其程序如下：

```
[m1,n1]=size(pp);%n1为方案数;m1为准则数
for t=1:n1%求取P对C的比较矩阵
    for i=1:m1
        for j=1:m1
            A1(i,j)=pp(i,t)/pp(j,t);
        end
    end
end
```

得出多个两两比较的方案比较矩阵，如下所示：

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.6667 \\ 0.6000 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

这样就解决了由于出现74阶的大型矩阵而不能够进行一致性检验的问题。层次分析法的部分源代码如下：

```
A_total=xlsread('E:\book2.xlsx'); %读取8*8的比较矩阵
pp_total=xlsread('E:\book1.xlsx');%读取74组方案的各个指标信息
A=A_total(:,:);
pp=pp_total([1 2],[2:end]);
pp_total(:,1);
q=74;
for j=1:(q-1)
    pp=pp_total([1 2],[2:end]);
    for i=1:(q-j)
        [B C w CR1 CR2_1 CR]=fenxi(pp,A);
        %pp
        if w==[2 1]
            pp_total([i i+1],:)=pp_total([i+1 i],:); %pp_total两行交换
        else
            pp([1 2],:)=pp([2 1],:); %pp两行交换
        end
        if (i+2)<=74
            pp(2,:)=pp_total(i+2,[2:end]);
        end
    end
end
end
```

```
out=reshape(pp_total(1:10,1),1,10)
disp('          以上序号的风险最高 ');
```

由于层次比较法中的比较矩阵的标度是通过经验分析得出的，因此其准确性较差，通过反复修改比较矩阵A的值，最终得到74组方案的综合风险得分指标值进行排序，其风险最高的20组方案分别为：

风险得分指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
方案号	68	47	66	70	45	36	24	51	73	69
风险得分指标	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
方案号	46	2	74	41	49	65	13	71	57	14

八、基于熵权的灰色关联法的土地储备方案风险评估方法

8.1 熵权法模型的建立

在上述的 AHP 方法中,评价指标的权重的确定主观性太强,这样就会造成评价结果可能由于人的主观因素而形成偏差。在信息论中,熵值反映了信息无序化程度,其值越小,系统无序度越小,信息的效用值越大;其值越大,系统无序度越高,信息的效用值越小。对于所讨论的 m 个评价项目 n 个评价指标的初始矩阵,判断矩阵显然是一种信息的载体,故可用信息熵评价所获系统信息的有序度及其效用来确定指标权重,尽量消除权重计算的人为干扰,使评价结果更符合实际。

其计算步骤如下:

- 1) 构建 m 个评价项目 n 个评价指标的判断矩阵

$$R = (a_{ij})_{mn}, (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

- 2) 将判断矩阵归一化处理, n 个评价指标的数值和满意度有可能不一致,所以现在根据实际情况分两种来讨论:

- a) 对大者为优的指标而言,得到归一化判断矩阵:

$$B = (b_{ij})_{nm}, (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m);$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij} - a_{\min}}{a_{\max} - a_{\min}}$$

式中: a_{\max} 、 a_{\min} 分别为同指标下不同事物中最满意者或最不满意者(越小越满意或越大越满意)

- b) 对小者为优的指标而言,得到归一化判断矩阵:

$$B = (b_{ij})_{nm}, (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m);$$

$$b_{ij} = \frac{a_{\max} - a_{ij}}{a_{\max} - a_{\min}}$$

式中: a_{\max} 、 a_{\min} 分别为同指标下不同事物中最满意者或最不满意者(越小越满意或越大越满意)

- 3) 根据熵的定义, m 个评价项目 n 个评价指标,可以确定评价指标的熵为:

$$H_i = \frac{1}{\ln m} \left(\sum_{j=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \right)$$

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

当 $f_{ij} = 1$, $f_{ij} \ln f_{ij} = 0$, 显然与熵所反映的信息无序化程度相悖,不切合实际,

故需要对 f_{ij} 加以修正，将其定义为：

$$f_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{j=1}^m (1 + b_{ij})}$$

4) 计算评价指标的熵权 W

$$W = (\omega)_{1 \times n}$$

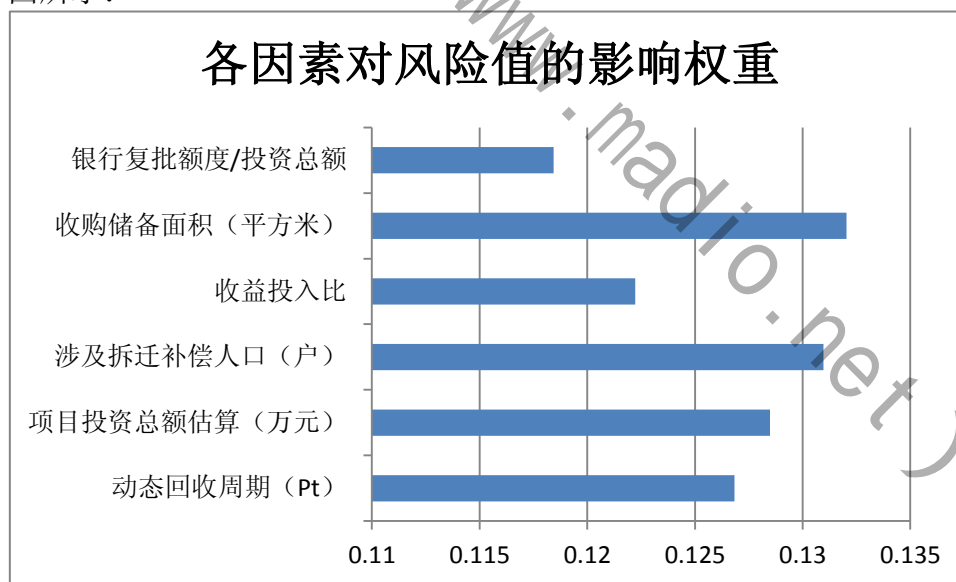
$$\omega = \frac{1 - H_i}{n - \sum_{i=1}^n H_i}, \text{ 且满足 } \sum_{i=1}^n \omega = 1$$

8.2 熵权法模型的求解

基于附录中 74 个评价项目 8 个评价指标的初始矩阵，用 matlab 编程求出：评价指标的熵权

$W = (\omega)_{1 \times 8} = (0.11761, 0.12344, 0.12684, 0.12848, 0.13096, 0.12222, 0.13203, 0.11843)$

如下图所示：



利用基于熵权法的风险评估方法对附件二中的 74 个项目进行风险评估，项目 1 到项目 74 的综合风险得分指标值分别为：

1~10	0.017954	0.007085	0.012277	0.0166	0.020479	0.025976	0.00879	0.012261	0.011472	0.011064
11~20	0.009947	0.016333	0.008102	0.008481	0.014246	0.010119	0.016332	0.011091	0.019304	0.021759

21~ 30	0.011 933	0.024 346	0.012 596	0.007 5	0.012 218	0.009 658	0.010 102	0.012 955	0.015 454	0.009 606
31~ 40	0.011 24	0.011 606	0.013 317	0.016 911	0.011 199	0.008 228	0.013 814	0.011 35	0.012 551	0.015 006
41~ 50	0.010 589	0.013 621	0.013 913	0.013 393	0.008 711	0.015 364	0.015 194	0.022 404	0.007 693	0.014 277
51~ 60	0.012 017	0.012 307	0.015 035	0.008 652	0.013 478	0.021 543	0.016 583	0.015 117	0.016 935	0.015 426
61~ 70	0.015 284	0.012 564	0.012 123	0.018 4	0.009 823	0.015 137	0.014 16	0.011 121	0.014 372	0.009 933
71~ 74	0.015 423	0.015 591	0.011 11	0.011 443						

通过综合风险得分指标值得出风险最大的 10 个项目的序号如下：

风险得分指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
方案号	2	24	49	13	36	14	54	45	7	30

8.3 基于熵权的灰色关联法模型的建立

由于利用计算熵值来确定各目标的权重,再对所有指标进行加权,能够得出较为客观的综合评价结果。所以现尝试在上述熵权法模型的基础之上,将熵值法引入到灰色关联分析法的权重计算中,从而提高风险评估的评价精度。

灰色关联评价系统是根据所给出的评价标准或比较序列,通过计算参考序列与各评价标准或比较序列的关联度大小,判断该参考序列与哪级比较序列的接近程度来评定该参考序列的等级。灰色关联评价系统模型建模具体步骤如下:

1) 确定评价指标体系,建立原始数据矩阵。

设实测样本序列数即参考序列有 m 个,包含 n 个评价指标,则有第 i 个实测样本序列:

$$X_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

设分级标准作为比较序列,共分 s 级,因此有第 j 级标准的比较序列:

$$Y_j = \{y_j(1), y_j(2), \dots, y_j(n)\} \quad j = 1, 2, \dots, s$$

2) 由于系统中各因素的量纲不是全部都相同,而且有的数值数量级相差悬殊,这样的数据很难直接进行比较。因此,对原始数据需要消除量纲,转换为可比较的数据序列,也就是归一化处理。一是使各序列无量纲化,二是使各序列基本处于同一数量级。

参考序列取最优值,参考序列 (00000000)。

低优指标无量纲化:

$$x_i(k) = \frac{x'_i(k) - x'_{\min}(k)}{x'_{\max}(k) - x'_{\min}(k)}$$

高优指标无量纲化:

$$x_i(k) = \frac{x'_{\max}(k) - x'_i(k)}{x'_{\max}(k) - x'_{\min}(k)}$$

由上式得无量纲化后的矩阵。

逐个计算每个被评价对象指标序列（比较序列）与参考序列对应元素的绝对差值。即（ $k=1, \dots, m; i=1, \dots, n$ ） n 为评价对象的个数。由于参考序列为（00000000）。故差值表结果与表无量纲化矩阵相同。

3) 求关联系数

$$\xi_{ij}(k) = \frac{\min_j \min_k \Delta_{ij}(k) + \zeta \max_j \max_k \Delta_{ij}(k)}{\Delta_{ij}(k) + \zeta \max_j \max_k \Delta_{ij}(k)}$$

式中： $\Delta_{ij}(k) = x_i(k) - y_j(k)$ 为 $\{x_i(k)\}$ 与 $\{y_j(k)\}$ 在第 i 点第 k 项的绝对值差；

$\min_j \min_k \Delta_{ij}(k)$ 为二级最小差； $\max_j \max_k \Delta_{ij}(k)$ 为二级最大差； ζ 为分辨系数，其取值在 0~1 之间，其取值不同，分辨能力不同，其值愈大，分辨能力愈强，但对整个顺序趋势无影响，为了简便计算，一般取 $\zeta = 0.5$ ； $k=1, 2, \dots, n$ 。由于评价标准并非一具体数据，而是一个区间，故定义 $y_j(k) = [a_j(k), b_j(k)]$ ，则：

$$\Delta_{ij}(k) = \begin{cases} a_j(k) - x_i(k) & x_i(k) < a_j(k) \\ 0 & a_j(k) \leq x_i(k) \leq b_j(k) \\ x_i(k) - b_j(k) & x_i(k) > b_j(k) \end{cases}$$

式中： $a_j(k)$ ， $b_j(k)$ 分别表示指标 k 第 j 个级别的上限与下限。

4) 求加权关联度

$$\gamma_{ij} = \sum_{k=1}^n \omega(k) \xi_{ij}(k)$$

式中： $\omega(k)$ 表示第 k 指标权重， $k=1, 2, \dots, n$ 。

关联度分析实质上是对序列数据进行空间几何关系比较，通过对二序列加权关联度大小的比较，得到 γ_{\max} ，即可确定该实测评价样本所属的等级。然后根据不同实测评价样本序列与比较序列即标准序列比较所得 γ_{\max} ，可以对评价样本进行排序，从而实现排序。

8.4 基于熵权的灰色关联法模型的求解

基于附录中 74 个评价项目 8 个评价指标的初始矩阵，采用基于熵权的灰色关联法模型用 matlab 编程求出：

评价指标的熵权

$W = (\omega)_{1 \times 8} = (0.11761, 0.12344, 0.12684, 0.12848, 0.13096, 0.12222, 0.13203, 0.11843)$

利用基于熵权法的风险评估方法对附件二中的 74 个项目进行风险评估,项目 1 到项目 74 的综合风险得分指标值分别为:

1~10	0.007909	0.002746	0.006187	0.006704	0.008871	0.009858	0.004264	0.006298	0.005921	0.005733
11~20	0.005024	0.007959	0.00386	0.004159	0.007384	0.005369	0.008046	0.005927	0.008927	0.00951
21~30	0.006411	0.010045	0.006869	0.004155	0.006534	0.00505	0.005337	0.006813	0.007923	0.005042
31~40	0.00604	0.006181	0.007117	0.008264	0.005991	0.0047	0.007323	0.006183	0.006646	0.007675
41~50	0.005869	0.007289	0.00747	0.007369	0.005204	0.007731	0.006917	0.010506	0.003958	0.007787
51~60	0.006453	0.006891	0.007967	0.004674	0.007422	0.009361	0.008803	0.008204	0.008618	0.008092
61~70	0.008249	0.00666	0.006874	0.00914	0.005486	0.00852	0.007704	0.006535	0.007528	0.006146
71~74	0.007785	0.008193	0.006364	0.006464						

通过综合风险得分指标值得出风险最大的 10 个项目的序号如下:

风险得分指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
方案号	2	13	49	24	14	7	54	36	11	30

九、结果分析

通过上述层次分析法，熵权法，和基于熵权的灰色关联法三种分析模型对土地储备风险综合指标的评估，分别得出了74个土地储备方案中的10个风险最大的方案，其方案号分别为：

层次分析法

风险得分指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
方案号	68	47	66	70	45	36	24	51	73	69

熵权法

风险得分指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
方案号	2	24	49	13	36	14	54	45	7	30

熵权-灰色关联分析法

风险得分指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
方案号	2	13	49	24	14	7	54	36	11	30

通过比较三组数据可知，层次分析法与熵权法分析得到的十个风险最大的方案重叠的有 3 组，层次分析法与熵权-灰色关联分析法分析得到的十个风险最大的方案重叠的有 2 组，而熵权法和熵权-灰色关联分析法分析得到的十个风险最大的方案重叠的有 9 组，且熵权法分析结果中唯一一组不同还与层次分析法的结果吻合，因此，可以有足够理由相信熵权法分析出的十组结果是可靠地。

这十组方案分别为：2，24，49，13，36，14，54，45，7，30

结合实际数据分析这十组方案所存在的风险。

方案 2	财务净现值为 142.42，财务净现值是衡量项目收益的重要指标，方案 2 的该项指标明显低于其他各组，且其动态回收周期为 1.78，动态回收周期长，不利于资金的回收，且收益投入比为 1.2，也集中表现了该项目的收益能力低。
方案 24	财务内部收益率为 0.1814，财务内部收益率是衡量项目收益的重要指标，方案 24 的该项指标明显低于其他各组，且其涉及拆迁人口数为 900，不利于工程的实施。
方案 49	财务净现值为 3666.97，处于 74 组中较低水平，且财务内部收益率为 0.1833，也处于组内较低水平。
方案 13	财务净现值为 1157.34，处于 74 组中较低水平，且财务内部收益率为 0.1626，也处于组内较低水平，动态回收周期为 1.71，收益投入比为 1.257，处于 74 组中较低水平，回报不明显。
方案 36	财务净现值为 2513.7，处于 74 组中较低水平，且其涉及拆迁人口数为 1000，不利于工程的实施。
方案 14	财务净现值为 1367.28，处于 74 组中较低水平，且收益投入比为 1.2750934 处于 74 组中较低水平。
方案 54	财务净现值为 3513.94，处于 74 组中较低水平，且收益投入比为 1.2754368，处于 74 组中较低水平。

方案 45	涉及拆迁人口数为 1500，不便于土地储备工作的进行。
方案 7	的财务净现值为 963.95，且收益投入比为 1.293320274 处于 74 组中较低水平。
方案 30	财务净现值为 2580.16，处于 74 组中较低水平，财务内部收益率为 0.2085，处于组内较低水平，

数学中国提供 (www.madio.net)

十、参考文献

- [1] 陆添超, 康凯. 熵值法和层次分析法在权重确定中的应用[J]. 电脑编程技巧与维护, 2009 (22): 19-20.
- [2] 李海波. 基于熵权-灰色关联法的评选方法[J].
- [3] 张晟伟. 土地储备中的金融风险分析及其防范[D]. 浙江大学, 2008.
- [4] 张红, 陈洁. 房地产投资信托收益及其影响因素分析[J]. 中国房地产金融, 2002 (7):12-14.
- [5] 朱永升, 王卫华. 房地产市场风险的影响因素及其模糊评价 ①[J]. 中国农业大学学报, 2001, 6(6): 8-12.
- [6] 姜启源, 谢金星. 数学模型[M]. 高等教育出版社, 1993.
- [7] 陈杰. MATLAB 宝典[M]. 电子工业出版社, 2010.
- [8] 施金亮, 丁仁才. 动态投资回收期决策模型[J]. 上海大学学报: 自然科学版, 1996, 2(6): 702-706.
- [9] 王永涛. 熵权模型在房地产投资决策中的应用[J]. 当代经理人 (中旬刊), 2006, 21.
- [10] 焦学桂. 土地储备资金筹措及主要风险浅析[J]. 中国城市经济, 2012, 3: 220.
- [11] 焦树锋. AHP 法中平均随机一致性指标的算法及 MATLAB 实现[J]. 太原师范学院学报: 自然科学版, 2007, 5(4): 45-47.
- [12] 赵海滨 MATLAB 应用大全[M]. 清华大学出版社, 2012.
- [13] 谭浩强. C 程序设计[M]. 清华大学出版社有限公司, 2005.

十一、附录

层次分析法的相关 MATLAB 代码

主函数部分：

```
clear
clc
RI=[0,0,0.58,0.90,1.12,1.24,1.32,1.41,1.45,1.49,1.51,1.54,1.56,1.58,1.59];
A_total=xlsread('E:\book2.xlsx'); %把8*8的表格按指定文件名放在指定位置
pp_total=xlsread('E:\book1.xlsx'); %把74*8的表格按指定文件名放在指定位置
A=A_total(:,:);
pp=pp_total([1 2], [2:end]);
pp_total(:,1);
q=74;
for j=1:(q-1)
    pp=pp_total([1 2], [2:end]);
    for i=1:(q-j)
        [B C w CR1 CR2_1 CR]=fenxi(pp,A);
        %pp
        if w==[2 1]
            pp_total([i i+1],:)=pp_total([i+1 i],:); %pp_total两行交换
        else
            pp([1 2],:)=pp([2 1],:); %pp两行交换
        end
        if (i+2)<=74
            pp(2,:)=pp_total(i+2,[2:end]);
        end
    end
end
%pp_total(1:q,1) %如果需要显示完整排名请删除本行开头的百分号
pp_total(1:50,1)'
disp('          层析分析-冒泡比较法          ');
disp('          以上序号的方案风险最高          ');

for i=1:q
    out(i,1)=q+1-i;
    out(i,2)=pp_total(i,1);
end
xlswrite('E:\ccfx.xlsx', out);
```

在main函数中所调用的层次分析法程序部分：

```
function [B C w CR1 CR2_1 CR]=fenxi(pp,A)
%A为C层对O层的比较矩阵；pp为P对C的评价；
RI=[0,0,0.58,0.90,1.12,1.24,1.32,1.41,1.45,1.49,1.51,1.54,1.56,1.58,1.59];
```

```

[m1,n1]=size(pp);%m1为人数，n1为选择项数；
for t=1:n1%求取P对C的比较矩阵
    for i=1:m1
        for j=1:m1
            A1(i,j)=pp(i,t)/pp(j,t);
        end
    end
    [D,X]=eig(A1);
    [m,m]=size(D); %求出矩阵的行和列
    [q1,q]=max(max(X));
    z=sum(D); %列向量归一
    for i=1:m
        for j=1:m
            D(i,j)=D(i,j)/z(j);
        end
    end
    C(:,t)=D(:,q); %P对C的权重
    %%%%%%%%%%求取p对c层的一致性检验；
    xx=n1;
    CI2(t)=(q1-m1)/(m1-1);
    CR2(t)=CI2(t)/RI(xx);
end
CR2_1=sum(CR2);%求取p对c层的一致性检验；
[D1,X1]=eig(A);%D1是特征向量，X1是特征值
[m,m]=size(D1); %求出矩阵的行和列
[q2,q]=max(max(X1));
z1=sum(D1); %列向量归一
for i=1:m%归一化
    for j=1:m
        D1(i,j)=D1(i,j)/z1(j);
    end
end
B=D1(:,q);%C对O最大特征根对应的特征向量
W=C*B;
for k=1:length(W)%排序；
    [g,r]=min(W);
    temp=W(r);
    w(k)=r;
    W(r)=+inf;
end
%%%%%%%%%%%%下面是求取指标检验C对O层检
验%%%%%%%%%%%%
RI=[0,0,0.58,0.90,1.12,1.24,1.32,1.41,1.45,1.49,1.51,1.54,1.56,1.58,1.59];
yy=length(B);

```

```

CI1=(q2-yy)/(yy-1);
CR1=CI1/RI(yy);
%%%%%%%%%%%%总检验%%%%%%%%%%%%
CR=CR1+CR2_1;
%%%%%%%%%%%%总检验%%%%%%%%%%%%
%B                                %C对O检验，最大特征根对应的特征向量
%C                                %C为P对准则层的权重
%w                                %最终排名
%CR1
%CR2_1
%CR
if(CR1<1&CR2_1<1&CR<1)
    %disp('          层次分析法检验正确，满足层次分析          ');
else
    2
end

```

熵权法的相关 MATLAB 代码

```
clear
clc
x_total=xlsread('E:\book21.xlsx');%把74*8的表格按指定文件名放在指定位置
x=x_total(:,2:end);
format SHORT g;
a=min(x);
b=max(x);
[n,m]=size(x);
k=1/log(n);
flag=[1,1,2,2,2,1,2,2]; %评价指标类型的标识符(1代表高优指标, 2代表低优指标)
for j=1:m
    if flag(j)==2
        for i=1:n
            x(i,j)=(b(j)-x(i,j))/(b(j)-a(j))*100; %低优指标处理
        end
    else
        for i=1:n
            x(i,j)=(x(i,j)-a(j))/(b(j)-a(j))*100; %高优指标处理
        end
    end
end
he=sum(x);
for i=1:n
    for j=1:m
        p(i,j)=x(i,j)/he(j);
    end
end %指标归一化
for i=1:n
    for j=1:m
        if p(i,j)==0
            z(i,j)=0;
        else
            z(i,j)=log(p(i,j));
        end
    end
end
e=zeros(1,m);
for i=1:n
    for j=1:m
        e(j)=e(j)+p(i,j)*z(i,j)*(-k);
    end
end
he=sum(e);
```



```

for i=1:m
    g(i)=1-e(i)/(m-he) ;
end
for i=1:m
    w(i)=g(i)/sum(g);           %计算权重
end
for i=1:8
    for j=1:8
        A1(i,j)=w(i)/w(j);
    end
end
A1;
s=zeros(1,n);
for i=1:n                       %计算综合得分
    for j=1:m
        s(i)=s(i)+w(j)*p(i,j);
    end
end
s;%综合得分
array=zeros(1,n);
ss=s;
for ll=1:length(s)%排序;
    [g,r]=min(ss);
    temp=s(r);
    array(ll)=r;
    ss(r)=+inf;
end
array(1:10)
disp('          熵权法          ');
disp('          以上序号的方案风险最高          ');
out=zeros(n,3);
for i=1:n
    out(i,1)=n+1-i;
    out(i,2)=array(i);
    out(i,3)=s(array(i));
end
xlswrite('E:\sq.xlsx', out);

```

基于熵权的灰色关联法的相关MATLAB代码

```
clear
clc
x_total=xlsread('E:\book21.xlsx');%把74*8的表格按指定文件名放在指定位置
x=x_total(:,2:end);
format SHORT g;
a=min(x);
b=max(x);
[n,m]=size(x);
k=1/log(n);
flag=[1,1,2,2,2,1,2,2]; %评价指标类型的标识符(1代表高优指标, 2代表低优指标)
for j=1:m
    if flag(j)==2
        for i=1:n
            x(i,j)=(b(j)-x(i,j))/(b(j)-a(j)); %低优指标处理
        end
    else
        for i=1:n
            x(i,j)=(x(i,j)-a(j))/(b(j)-a(j)); %高优指标处理
        end
    end
end
x;
fb=0.5; %分辨系数取0.5
x0=zeros(size(x)); %参考序列矩阵为0矩阵
xk=abs((x0-x));
xkmin=min(min(xk));
xkmax=max(max(xk));
gl=(xkmin+fb*xkmax)./(xk+fb*xkmax); %计算关联系数
he=sum(x);
for i=1:n
    for j=1:m
        p(i,j)=x(i,j)/he(j);
    end
end %指标归一化
p;
for i=1:n
    for j=1:m
        if p(i,j)==0
            z(i,j)=0;
        else
            z(i,j)=log(p(i,j));
        end
    end
end
```

```

end
e=zeros(1,m);
for i=1:n
    for j=1:m
        e(j)=e(j)+p(i,j)*z(i,j)*(-k);
    end
end
he=sum(e);
for i=1:m
    g(i)=1-e(i)/(m-he);
end
for i=1:m
    w(i)=g(i)/sum(g); %计算权重
end
s=zeros(1,n); %计算综合得分
for i=1:n
    for j=1:m
        s(i)=s(i)+w(j)*p(i,j)*gl(i,j);
    end
end
s;%综合得分
array=zeros(1,n);
ss=s;
for ll=1:length(s)%排序;
    [g,r]=min(ss);
    temp=s(r);
    array(ll)=r;
    ss(r)=+inf;
end
array(1:10)
disp('          熵权-灰色关联 方法          ');
disp('          以上序号的方案风险最高          ');
out=zeros(n,3);
for i=1:n
    out(i,1)=n+1-i;
    out(i,2)=array(i);
    out(i,3)=s(array(i));
end
xlswrite('E:\hssq.xlsx', out);

```

附表 2 影响因素-方案矩阵

	财务 净现 值	财务内部 收益率	动态回 收周期	项目投资 总额估算	涉及拆迁 补偿人口	收益 投入 比	收购储 备面积	银行复批额度 /投资总额
1	2517. 01	0.5444	1.32	3482.44	691	2.019 2738	300000. 00	0.598759371
2	142.4 2	0.1241	1.78	4166.67	0	1.208 3246	120797. 20	0.59999952
3	1385. 7	0.286	1.52	5178.49	0	1.470 4885	239765. 92	0.579319454
4	1267. 89	0.2007	1.67	8400	0	1.345 2464	75333.8 0	0.213714286
5	6732. 92	0.6357	1.19	8501.68	924	2.077 8129	535300. 00	0.588119054
6	8975. 61	0.8024	1.09	8491.6	0	2.386 0945	506544. 00	0.588817184
7	963.9 5	0.1817	1.68	8350.6	0	1.293 3202	35000.0 0	0.598759371
8	2287. 25	0.2846	1.52	8613.02	0	1.468 1169	549778. 91	0.580516474
9	1954. 22	0.2591	1.56	8627.51	0	1.421 6953	498835. 00	0.57954149
10	1956. 4	0.2647	1.55	8349.42	0	1.430 6	2401200 .00	0.598843992
11	1362. 44	0.1886	1.67	11000	0	1.301 37	136334. 02	0.545454545
12	5679. 98	0.4224	1.37	12001.72	0	1.709 7549	450000. 00	0.583249734
13	1157. 34	0.1626	1.71	13364.8	0	1.257 0334	80000.0 0	0.598587334
14	1367. 28	0.1737	1.69	13390.72	0	1.275 0935	191847. 43	0.597428667
15	6236. 71	0.3712	1.42	15881.43	320	1.615 0939	990725. 68	0.598182909
16	3027. 66	0.2295	1.61	16711.04	0	1.367 0771	1019878 .43	0.598406802
17	7910. 82	0.4279	1.37	16758.56	0	1.705 5123	952730. 87	0.59670998
18	3778. 43	0.261	1.56	16700	120	1.419 5162	249536. 00	0.598802395
19	10940 .17	0.5487	1.26	16680.8	440	1.919 3324	800400. 00	0.599491631
20	13017 .36	0.6257	1.2	16781.6	350	2.058 8025	691000. 00	0.595890737

2	3959.					1.413	450000.	
1	28	0.2522	1.57	18150.82	0	1593	00	0.550939296
2	15276					2.209	2220011	
2	.92	0.7075	1.14	16882.4	120	1758	.10	0.592332844
2	5620.					1.547	900000.	
3	31	0.3368	1.46	16700.96	750	8152	00	0.598767975
2	1845.					1.287	157637.	
4	77	0.1814	1.68	16731.2	900	7737	00	0.597685761
2	4219.					1.434	102400.	
5	26	0.2647	1.55	17848.03	0	3432	79	0.560285925
2	2491.					1.329	188446.	
6	68	0.2032	1.64	17008.55	0	5384	00	0.587939595
2	2856.					1.354	306668.	
7	12	0.2183	1.62	16976.71	0	865	20	0.589042282
2	5101.					1.510	850975.	
8	74	0.3091	1.49	16904.6	0	1972	93	0.591554961
2	7516.					1.671	761000.	
9	37	0.4009	1.39	17074.8	350	3227	00	0.585658397
3	2580.					1.336	600000.	
0	16	0.2085	1.64	16834.32	0	5553	00	0.594024588
3	3432.					1.379	630200.	
1	33	0.233	1.6	18128	0	0821	00	0.551632833
3	4006.					1.432	579300.	
2	18	0.2652	1.55	16978.8	0	9988	00	0.588969774
3	5136.					1.486	1046189	
3	09	0.2965	1.51	18198.99	0	9765	.50	0.549481043
3	8383.					1.735	940000.	
4	37	0.4392	1.35	16899.8	0	4052	00	0.591722979
3	3670.					1.407	771826.	
5	65	0.251	1.57	17105.68	0	7762	00	0.584601138
3	2513.					1.332	179755.	
6	7	0.2066	1.64	16722.96	1000	8753	00	0.597980262
3	5891.					1.552	3010838	
7	82	0.3346	1.46	17387.52	0	8379	.00	0.575125147
3	7204.					1.355	310155.	
8	75	0.201	1.65	18296.88	0	7503	00	0.546541268
3	5159.					1.481	244701.	
9	97	0.2939	1.51	18584.3	0	2907	22	0.591897462
4	7786.					1.629	623999.	
0	8	0.3792	1.41	19242.2	92	0237	38	0.59764476
4	4587.					1.375	184360.	
1	25	0.2624	1.56	20097.6	400	9922	92	0.597086219
4	6935.					1.513	300000.	
2	86	0.3105	1.49	22800	0	1579	00	0.570175439

4	8446.					1.539	1374020	
3	1	0.3272	1.47	25808.08	0	1079	.00	0.581213325
4	8312.					1.532	1200000	
4	88	0.3235	1.48	25836.94	300	6892	.00	0.580564107
4	4518.					1.388	311200.	
5	76	0.2235	1.61	26004.84	1500	1724	00	0.5768157
4	7154.					1.396	454703.	
6	41	0.2438	1.58	35000	152	1246	00	0.350230286
4	5324.					1.313	3185000	
7	38	0.194	1.66	40000	0	8125	.00	0.25
4	25590					1.656	2204677	
8	.83	0.3917	1.4	59887.19	0	6231	.69	0.333961236
4	3666.					1.294	1500750	
9	97	0.1833	1.68	31280.4	0	7405	.00	0.639378013
5	12501					1.591	7630000	
0	.84	0.3624	1.43	33400	0	7707	.00	0.598802395
5	5057.					1.328	3351136	
1	98	0.2059	1.64	33892.56	0	884	.76	0.442575008
5	8606.					1.448	556402.	
2	85	0.2734	1.54	34561.53	51	9014	78	0.578678085
5	12357					1.581	480000.	
3	.45	0.3516	1.44	34000.76	0	1411	00	0.588222146
5	3513.					1.275	278021.	
4	94	0.1718	1.69	34876.96	3	4369	39	0.573444475
5	10172					1.499	1000000	
5	.06	0.3044	1.5	34672.53	0	7163	.00	0.576825516
5	51998					1.499	1000000	
6	.96	0.3044	1.5	34672.53	0	7163	.00	0.576825516
5	16875					1.584	1665577	
7	.12	0.3509	1.44	46178.31	0	6673	0.00	0.433103767
5	10368					1.504	2058362	
8	.54	0.3066	1.5	34900.88	0	2601	.00	0.487093735
5	15233					1.680	1290019	
9	.1	0.4111	1.38	33862.12	0	6178	.78	0.590630474
6	13357					1.623	2268011	
0	.2	0.3755	1.42	33416.35	0	4568	.34	0.598509412
6	12617					1.563	1259339	
1	.91	0.3408	1.46	36241.7	0	6761	.63	0.551850493
6	5400.					1.346	310155.	
2	32	0.2143	1.63	33389.2	0	5695	00	0.449247062
6	8369.					1.434	2200000	
3	16	0.266	1.55	35267.2	0	7609	.00	0.567099174
6	17640					1.755	2805347	
4	.31	0.4504	1.34	34356.25	0	7213	.36	0.58213571

6	5531.					1.350	940000.	
5	18	0.2172	1.62	33406.92	0	6184	00	0.598678358
6	21028					1.591	3342337	
6	.85	0.356	1.44	56544.7	1320	6611	.00	0.530553704
6	15784					1.523	382846.	
7	.6	0.3183	1.48	50245.13	0	9129	00	0.597072791
6	13841					1.394	1000000	
8	.4	0.2428	1.58	68102.4	134	9582	.00	0.587350813
6	12206					1.360	1989150	
9	.43	0.2233	1.61	70000	0	9236	.00	0.367742
7	11770					1.337	528295.	
0	.74	0.209	1.63	76404.07	725	5204	97	0.526976639
7	16118					1.381	415682.	
1	.03	0.2359	1.59	83752.87	0	9049	08	0.35819668
7	24490					1.496	494914.	
2	.78	0.3029	1.5	84203.83	0	6303	00	0.531292223
7	15796					1.377	1200006	
3	.06	0.2334	1.6	83612	0	7927	.00	0.574080276
7	17956					1.409	2387090	
4	.33	0.2513	1.57	83353.08	0	0245	.00	0.599857858

附表3 随机一致性指标 RI 数值表

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56	1.58	1.59