**能源总量的合理化**

**摘要**

本文主要采用了灰色关联分析、多元线性逐步回归、灰色预测和灵敏度分析等方法建立了数学模型，解决了能源总量在实际中的控制问题。

本文对收集的数据进行了标准化和无量纲化处理，克服了各类数据单位不统一，数量级相差大的问题。文中用于所有模型都以上述标准化数据为基础数据。

问题一中，首先确立产业的能量消耗特征的定义。随后采用灰色关联分析得出不同产业的能量消耗特征的灰色关联度，以灰色关联度作为评价产业结构能源消耗特征的指标，随后以三个省作为例子，各自分析其不同产业的能量消耗特征。最后，以各省份能源消费的产业结构特征作为因素进行系统聚类，将全国各省分成4类，并联系实际对结果进行了分析。

问题二中，首先选取与能源消费总量密切相关的8个指标，研究的是这些指标与能源消费总量之间的关系，因这些指标之间存在种种互作关系，采用多元线性逐步回归，利用SPSS进行线性拟合来分析这些指标与能源消费总量之间的关系，经检验样本组的线性回归模型评价值与评价值的显著性差异检验，剔除与能源消费总量不密切的指标，与能源消费总量密切的指标是煤耗量、GDP、资源禀赋。

问题三中，首先引入典型经济指标，泰尔指数，资源禀赋系数用以反映产业结构和资源禀赋，并引入衡量地区资源发展质量的指标，同时给出其关系式。再建立灰色预测模型，对下一周期的能源分配量进行预测.

问题四中，首先以产业结构、资源禀赋、经济发展水平作为考虑监督和考核能源消费总量的指标。再通过三个指标与能源消费总量之间的灵敏度分析，得出灵敏度关系为:GDP、产业结构、资源禀赋，再加以对三个指标动态变化能力和实际可操作性的分析得出依靠以GDP为监督和考核指标。

问题五中，结合前述研究，通过产业结构优化、结合本地GDP及时调整资源分配，鼓励技术创新和提高资源利用率，节能减排，杜绝消费等，通过这些措施用以具体落实分解目标以达到各地合理均衡发展和提升发展质量。

本文结合MATLAB、SPSS、LINGO等软件，充分利用其各自的特征，构造了多角度、多方面的模型逐步深入问题的本质。最终，较好地解决了能源总量控制问题，在实际中具有一定的推广意义。

关键词 灰色关联分析 系统聚类 多元线性逐步回归 灰色预测

灵敏度分析

1. **问题的重述**

**B题：能源总量控制问题**

能源是推动经济社会发展必要的物质动力，经济发展离不开能源的可靠供应。经济快速发展虽会提高人民生产生活水平，但过快会导致能源过度消耗，资源和环境无法承受，不利于实现经济社会协调可持续发展。因此，经济发展速度不能过快也不能过慢，必须保持在一个相对合理的水平。我国每个省份（包括省、自治区和直辖市）都是一个相对独立的经济体，每个地方都希望从自身出发加快发展，但过快的经济增速会使能源过度消耗，最终导致整个国家的经济发展不可持续。合理控制各地经济发展速度的手段之一就是合理控制各地能源消费量。当全国总的能源消费量在某个给定水平时，管理部门需要制定一个相对合理的方案将这有限的资源配置给各个地区，使得各地在合理均衡发展的基础上，充分利用有限资源提升发展质量。

请分析解决以下问题：

1. 产业结构是影响能源消费的重要因素之一，不同的产业结构具有不同的能源消费特征，请分析不同产业的能量消耗特征，建立评价产业结构能源消耗特征的指标，并依据各省份的产业结构对各省份能源消费特征进行分类。
2. 除了产业结构外，能源消费总量控制还与很多因素密切相关，例如：资源禀赋、能源消费结构（即能源消费构成，如煤、油、气、电）、经济发展水平等因素，请分析能源消费总量与上述因素（也可提出其他重要因素）之间的关系。
3. 基于上述分析，针对不同省份产业结构、资源禀赋、经济发展水平等因素，选用可以反映这些因素的典型经济指标建立数学模型，以2010年为基准，提出下一发展周期（如五年）我国能源消费总量按省份的分配或者分解的一种方案，注意分解方案要考虑实际执行过程中的可操作性和合理性。
4. 在现实中，及时监督各省份能源消费总量控制目标的完成情况是不容易的。例如，很难精确量化统计某个省一个较短期间（如一季度、半年）的煤炭消耗量。为了便于及时监督和考核各省份落实能源消费总量控制目标的情况，实现对控制目标的阶段性测量和考核，请提出监督和考核各省份能源消费总量控制目标完成情况的实施方案，尤其要重视提高方案实施的可操作性。
5. 结合前述有关研究，假如你是某省份能源管理部门负责人，在全国能源消费总量目标分解的形势下，根据第4问的考核方案，您觉得应采取那些措施来具体落实分解目标。

**二、问题分析**

**对问题一的分析**

产业结构是影响能源消费的重要因素，不合理的产业结构会导致能源消费的显著变化和资源利用的低效率，本文对于各省份能源消费特征作出理解如下，即三次产业各自对能源的消费与本省总能源消费之间的关联度。

首先，要分析不同产业的能量消耗特征，必须得到三次产业各自的能量消耗与总能量消耗之间对应的关系，因此，本文对三次产业各自的能量消耗与总能量消耗进行灰色关联度分析，以三次产业的能量消耗作为比较数列，以总能量消耗作为系统的参考数列，即可得出各产业结构与能源消费特征之间的关系。再对所有的省份的产业结构能量消费特征进行系统聚类，得出相应的分类。

**对问题二的分析**

在第二问中，需要找出除产业结构外，与能源消费总量密切相关的因素，确定好这些相关指标后，考虑到这些因素之间可能具有种种不确定的互作性，因此，有必要针对这些指标与能源消费总量之间的相关性进行筛选。随后，期望建立一个线性回归模型，由方程结果的检验来得到这些因素与能源消费总量之间的关系。

**对问题三的分析**

在第三问中，题目要求选用可以反映产业结构、资源禀赋、经济发展水平等因素的经济指标，以2010年为基准，预测下一周期（本文以5年为一周期）的各省能源分配量。在对数据进行合理的分析后，本文期望建立灰色预测模型，对下一周期进行预测，得出发展质量，对其进行具体分析后，发现预测的各省能源消耗量不够合理。故对发展质量进行优化，以其作为目标函数，求解出优化后的分配方案比预测方案合理，故在实际中应运用优化后的分配方案。

**对问题四的分析**

本问题要求及时监督和考核各省份能源消费总量目标的控制情况，实现对控制目标的阶段性测量和考核。但在实际中难以精确地统计某个省一个较短期间的能源消费量。以产业结构、资源禀赋、经济发展三个经济指标与能源消耗指标有明显的相关性。用以上三指标反映出能源消耗水平，但是三指标影响程度无法主观给出，因此利用灵敏度分析的方法，得出三个指标的各自灵敏度。

**三、模型假设**

1.假设文中所有数据来源真实可靠；

2.假设不考虑能源的进出口问题；

3.假设不考虑其他因素对文中给出因素的影响；

4.假设选取的经济指标能很好地反映出所对应的因素。

**四、符号说明**

|  |  |
| --- | --- |
| 符号 | 符号说明 |
|  | 能耗总量（万吨标准煤） |
|  | 资源禀赋系数 |
|  | 分地区资源分配量（万吨标准煤） |
|  | 与能源消费总量相关因素 |
|  | 泰尔指数 |
|  | 灰色关联度 |

**五、模型的建立与求解**

**1.数据无量纲化的过程：**

首先，考虑到各指标存在一定的极性特征，即目标的综合评价值越高，指标的期望取值越大，这类指标称之为极大型指标，反之，目标的综合评价值越高，指标的期望取值越小，这类指标称之为极小型指标。为了综合评价城市的宜居程度，应首先将指标类型一致化处理。

根据所得的各项指标，将其中的极小型指标极大化，转化公式如下所示：

其中，x为原极小型指标数据，为转化后的指标。特别地，对于百分制类型的指标，采用公式（2）

利用极值差法对数据进行标准化：

令****

其中

则是无量纲的指标观测值，最终标准化数据由Matlab得出。

**问题一模型：基于灰色关联度的聚类分析模型**

1. **灰色关联度分析算法概述：**

灰色系统理论提出了对各子系统进行灰色关联度分析的概念，意图透过一定的方法，去寻求系统中各子系统(或因素)之间的数值关系。实际中，经常需要对系统相关的因素进行分析研究，即分析相关各因素对系统哪些是主要的，哪些是次要的等等，统计分析中的相关分析等方法是分析研究各因素之间关联程度的一种有效方法，但它往往是需要有大量的统计数据，计算量大，而且可能出现反常的情况，为此，针对灰色系统采用关联度分析的方法来研究相应的问题。[1]灰色关联分析非常适合动态的历程分析, 克服了数理统计方法追求大样本和数据须服从典型分布规律等固有弱点和强假设。通过对系统动态发展变化态势进行量化比较分析, 反映各因素间的远近次序和空间分布规律。关联度就是用来衡量关联性的大小程度, 描述系统发展过程中因素间相对变化的情况和相关程度[4]。

1. **灰色关联度分析模型求解**

**2.1比较对象和参考数列的确立**

以各省份能源消费总量作为系统的参考数列



以各产业能源消费作为比较数列



**2.2计算灰色关联系数及灰色关联度**



灰色关联度系数

其中，为分辨系数且，这里选取

比较数列和参考数列的灰色关联度



将30个省份（排除西藏无法找到）分别进行其各自三次产业的能源消费量与总能源消费量进行灰色关联系数计算，以灰色关联系数作为评价产业结构能源消耗特征的指标。本文以北京、江苏、河北作为例子，分析这三个省份的各自产业结构的能源消费特征。



根据上述公式计算结果如下：



由以上关系图可得，北京市的灰色关联系数之间存在如下关系，

表明北京市第三产业与能源消费关联程度最高，达0.8202，即第三产业对能源消费总量的影响最大，第二产业次之，第一产业最少，但第一、二产业与能源消费总量的关联度较高，两者之间差距不大。可见，能源消费总量的增长趋势与第三产业的增长趋势比较接近。第三产业是北京市能源消费总量增长的主要因素，能源消费能力最强。第一产业的能源消耗量远远小于第二、三产业的消耗量且趋于平稳。查阅相关资料可知北京市的第三产业比重连续多年高居全国第一，并且在20世纪末就已经形成了以第三产业为主、第二产业为辅的“三、二、一”的产业格局，因此得出的北京市的能源消费特征与实际情况相吻合。





根据上述公式计算结果如下：



由以上关系图可得，江苏省的灰色关联系数之间存在如下关系，

表明江苏省第二产业与能源消费关联程度最高，达0.9222，对能源消费总量的影响最大，第三产业次之，第一产业最小。即能源消费总量的增长趋势与第二产业的增长趋势非常接近。能源消费总量的增长趋势与第二产业的增长趋势比较接近。第三产业与第一产业对能源消耗量的较小，但都与第二产业能源消耗量相差较大。可以得出，第二产业是江苏省能源消费总量增长的主要因素，能源消费能力最强。查阅相关资料可知，虽然江苏省是一个农业大省，但其先进的经济发展很大程度地依赖于第二产业的高质量、高速度发展，且在当今强调第三产业发展的大局下，江苏省的第三产业也呈现出较低能耗但较高效益的发展态势，反观其第一产业对于经济发展的贡献相当有限，因此本文得出的结论与现实相符合。





根据上述公式计算结果如下

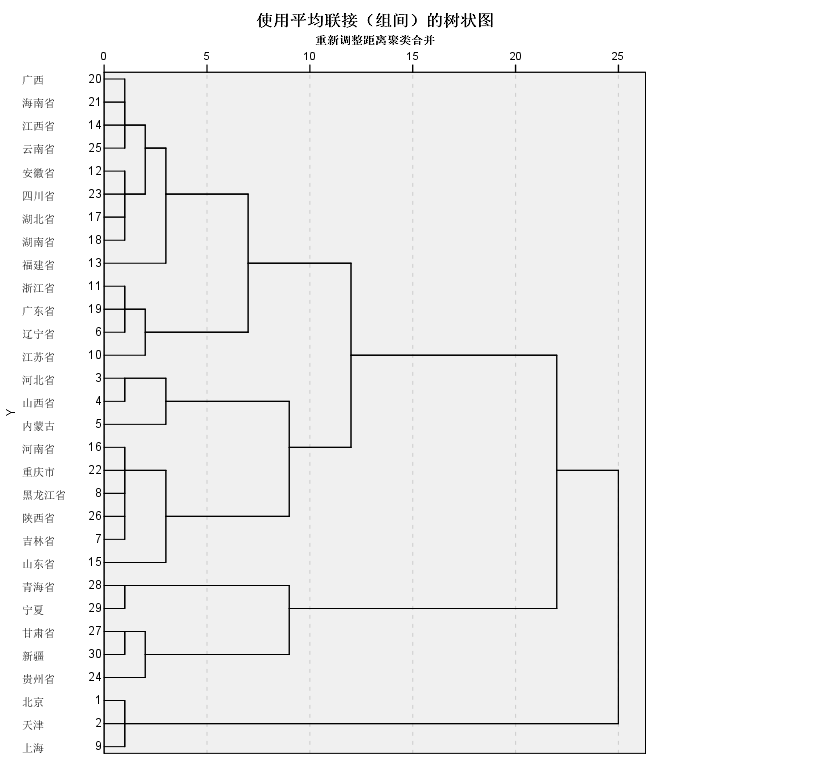


由以上关系图可得，江苏省的灰色关联系数之间存在如下关系，

表明河北省第二产业与能源消费关联程度最高，且代表其能源消费量曲线与总能源消耗量曲线的趋势具有高度的一致性，表明第二产业不仅对能源消费总量的影响最大，第三产业与第一产业的影响相对小。能源消费总量的增长趋势与第二产业的增长趋势比较接近。第三产业与第一产业对能源消耗量的较小，但都与第二产业能源消耗量相差较大。可以得出，第二产业是河北省能源消费总量增长的主要因素，能源消费能力最强。查阅相关资料结合经验，河北省处于京津唐经济发展区，其主要经济任务在于大力发展第二产业用以支撑京津的第三产业发展。因此，河北省的产业结构偏重，经济水平偏低，近年来呈现出“高GDP，低人均收入”的现象，其原因就是在于第二产业占了本省绝大部分的发展资源，但一、二产业的经济效益难比第三产业，因此，不合理的产业结构是制约河北省经济发展的重要因素。综上可知，本文得出的结论符合实际产业结构与能源消费特征。

**2.3应用系统聚类对各省进行分类**

根据产业结构能源消耗特征指标，对各省进行系统聚类的分类，得到结果如下:



通过以上分析得出，各省产业结构能源消费特征可分为四类，具体结果由下表给出。

**四类地区的产业结构能源消费特征表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | 地区 | 特征 |
| 第一类 | 北京，上海，天津 | 经济最为发达,这些地区第三产业发达, 科技水平高，第三产业对能源消费总量的影响最大，产业结构能源消费与经济协调发展程度相对较好。 |
| 第二类 | 河北，山西，内蒙古，黑龙江，吉林，山东，河南，重庆，陕西 | 经济发展相对较慢, 第二产业占经济发展中的主导地位，但科技水平较低,第三产业不发达, 因此其能源消费量大，强度高,低于全国平均水平,这类地区现阶段的首要任务是加大科技创新改革力度，以“节能降耗，优化产业结构“作为首要任务。 |
| 第三类 | 辽宁，江苏，浙江，安徽，福建，江西，湖北，湖南，广东，广西，海南，云南，四川 | 经济发展相对较快, 人均GDP较高, 虽然这些地区经济的发展大都是依靠传统的高耗能行业,第二产业比重较大，但第三产业在迅速发展，产业结构的能源消耗特征正向着“第三产业与第二产业能源消费齐头并进”方向发展，属于中国能源消费大省，经济发展强省，节能降耗潜力较大, 是节能降耗工作的重点省份。 |
| 第四类 | 贵州，甘肃，青海，宁夏，新疆 | 属于中国相对落后的中、西部地区,这类地区经济基础差, 人均GDP较低, 产业结构不合理, 技术水平低, 处于工业化的初、中级阶段, 资源利用率低，能源消费强度较高, 与第一、第三类地区相比, 这类地区的首要任务应该是优化产业结构，加大科技创新力度。 |

**问题二模型：多元线性逐步回归模型**

1. **模型的准备**

首先选取除了产业结构外的8个指标，分别是，原煤消耗量、原油消耗量、天然气消耗量、电力消耗量、各省GDP、资源产量，能耗强度、能耗强度变化率作为与能源消费总量有关的因素。

**1.建立多元线性回归模型**

涉及个自变量的多元线性回归模型可表示为



为了方便，我们通过组实际观察数据而引入矩阵记号：

 ，，，

其中成为模型设计矩阵，是常数矩阵，与是随即向量，且





是不可观测的的随机误差向量，是回归系数构成的向量，是未知待定的常数向量。

**2. 回归系数的最小二乘估算**

选取的一个估计值，记为，使随机误差的平方和达到最小，即





由最小二乘法的要求，由多元函数取得极值的必要条件可求解回归参数的标准方程如下



可以证明任意给定的,,正规方程组总有解，虽然当不满秩时，其解不不唯一，但对任意一组解都能使残差平方和最小，。

特别地，当秩时，即，则正规方程组的解为,即为回归系数的估计值。

1. **逐步回归分析**

由于建立回归模型时，不是每个因子对的影响程度都很大。从而我们通过逐步回归的方法（剔除优选法）来对因子进行筛选。其具体过程如下：

Step1:建立多元线性回归方程；

Step2：进行回归系数显著性检验，取值对应最大概率值；

Step3：判断是否0.05，若满足则进入Step5，若不满足，进入Step4；

Step4：则可接受,即这个指标与因变量线性关系不显著，将指标剔除，返回

Step5：则可拒绝，则所有指标与因变量线性关系显著，输入方程，结束。

开始

建立多元线性回归方程

回归系数显著性检验

接受H0,线性关系不显著

指标遴选

拒绝H0;线性关系显著

输出方程

结束

取t值对应最大概率值Pmax



**4.回归方程显著性检验(F检验)**

F检验方法：

构造F 统计量：



取一个显著性水平（0.01 或 0.05），可查表得到 ，计算与比较：

当>时，认为模型是显著的，则拒绝成立，即与存在明显的函数关系。

当< 时，认为模型是不显著的，则=是成立的，即与不存在明显的函数关系。

由SPSS得出的回归方程检验结果：

|  |  |
| --- | --- |
| 模型 | 平方和 df均方 F Sig |
| 回归  方程 | 226.916 1 226.916 24.696 .004 |
| 45.941 5 9.188 |
| 272.857 6 |

Sig的值小于0.05，认为上述回归方程通过检验，即整个回归关系是显著的，说明因变量中选取的因素，环境，经济，安全等指标与居民满意度具有显著线性关系。所以居民满意度和各个因素指标之间可以用一个线性模型来表示。即建立模型时假设线性方程的假设成立。

通过F检验，说明整体参数中至少有一个是显著的，但不一定是都显著。所以下面进行回归参数显著性检验。

**5.回归参数显著性检验（t检验）**

回归参数的建议是考察每一个自变量对因变量的影响是否显著。换句话说，就是要

检验每一个总体参数是否显著不为零。首先看对  的检验。代表变化一个单位对的影响程度。对的检验就是要看这种影响程度与零是否有显著差异。



检验统计量为：



检验统计量 在假设为真时，服从自由度为的分布。

对于给定的检验水平 ，则通过分布表可查到统计量的临界值。决

策规则是：

若则接受，认为显著为零；

若，则拒绝，认为显著不为零。

当拒绝了，认为显著不为零时，又称通过了检验。

**6.多元回归模型的求解**

利用8个指标值通过SPSS软件进行求解，得到能源消费总量与指标之间的线性回归方程



其中最后筛选和剔除后剩下指标为：煤耗量、GDP、资源禀赋

**模型汇总**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 模型 | R | 调整R方 | 标准估计的误差 |
| 0.982 | 0.963 | 0.959 | 0.04902264 |

通过表中数据可以得到，复相关系数R=0.982，多重判定系数R2=0.963;调整后的R2=0.959.调整后的R2的值越大，模型拟合的效果越好。

**方差分析表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型 |  | 平方和 | df | 均方 | F | Sig. |
| 3 | 回归 | 1.643 | 3 | 0.548 | 227.833 | 0.000d |
| 残差 | 0.062 | 26 | 0.002 |  |  |
| 总计 | 1.705 | 29 |  |  |  |

由上表数据可知F=227.833,F>F0.05(3,10)回归方程显著，即自变量和因变量存在明显的函数关系。

**回归系数表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型 | 非标准化系数 | | 标准系数 | t | Sig. |
| B | 标准误差 | 试用版 |
| (常量) | 0.024 | 0.016 |  | 1.514 | 0.142 |
| 煤耗量 | 0.703 | 0.704 | 0.726 | 9.466 | 0.000 |
| GDP | 0.420 | 0.058 | 0.435 | 7.285 | 0.000 |
| 资源禀赋 | -0.170 | 0.060 | -0.176 | -2.830 | 0.009 |

上面两个表给出了模型对8个变量的偏回归系数是否等于0的T检验结果.t值分别等于9.466、0.137、0.896、0.606、7.285、-2.830、0.778、0.942，概率P值只有煤耗量、GDP、资源禀赋小于显著性水平0.05，因此认为偏相关系数显著不等于0。

综上，认为只有煤耗量、GDP、资源禀赋与能源消耗总量存在有密切的关系。

**问题三模型的建立与求解**

**1.模型的准备**

问题三要求选用反应不同省份的产业结构、资源禀赋、经济发展水平等因素的经济指标。

首先引入反应产业结构合理程度的经济指标：泰尔指数，它可以衡量组内差距和组间差距对总差距的贡献，因此泰尔指数是一个很好的度量产业结构合理性的指标。



上式表明，如果经济处于均衡状态下，也有而且该指数考虑了产业的相对重要性并避免了绝对值的计算，同事它还保留了结构偏离度理论基础和经济含义，因此是一个产业结构合理化的很好度量[2]。



再引入反应资源禀赋的经济指标：资源禀赋系数，资源禀赋系数反应了一个地区的资源禀赋情况，是国际上常用的一种能够比较准确地反映一个地区某种资源相对丰富程度的计算指标[3]。其计算公式为：



其中：分别表示某省第种资源禀赋；分别表示某省的经济总量，以GDP表示。当值>1，表面该省的资源禀赋是丰富的，具有比较优势。



再引入反应经济发展水平的经济指标，人均GDP。

本文基于上述两个模型的分析求解与得出的结论，结合题意，定义出一个衡量各省发展质量的指标P，P的计算公式如下：



1. **灰色预测模型的建立**

**2.1灰色预测法的确立**

本问题要求以2010年为基准，提出下一发展周期能源消费总量按省份分配的方案。即需要对下一发展周期的全国能源消费总量和各省能源消费总量进行合理的预测。

通过对已收集数据的观察和发掘其规律，本文发现数据最符合灰色预测法的要求。

**2.1灰色预测法的概述**

灰色预测模型能够解决历史数据少、序列的完整性及可靠性较低的问题，精度高；能将无规律的原始数据进行生成得到规律性较强的生成序列，运算简便，易于检验，不考虑分布规律，不考虑变化趋势。

**2.2灰色预测模型的建立与求解**

**Step 1:**形成原始数据列：



**Step 2:**对数据列进行一次累加生成，得



其中，

**Step 3：**构造矩阵：



**Step 4:**求解常系数a、b:



**Step 5:**得出表达式:



令 

所以表示还原后的值，得





以2000-2010年的各省能源分配量预测得出下一周期全国各省的能源分配消耗量(见附表)。

**2.3 运用多元线性回归得出P的关系式**

参照模型二，对全国2000-2010年的三个经济指标的数据运用多元线性回归拟合得出：



分别带入各年以及预测的2010年的三个经济指标的数值得出2008、2009和2010值为9.092、9.101和9.151。

通过对上述合理发展水平指标P值得分析，显然，P值非常接近，并无明显进步。再联系模型一中得到的多数省份产业结构不合理，能源消费与经济发展不协调的结论，即我国在实际对各省份分配能源消费量存在一定的不合理性，针对这一存在的问题，本文对各省的能源分配量进行优化，使得各的发展处于更好的水平。

**问题四模型：基于灵敏度分析的实际应用模型**

**1.1引入灵敏度的分析**

本问题要求及时监督和考核各省份能源消费总量目标的控制情况，实现对控制目标的阶段性测量和考核。但在实际中难以精确地统计某个省一个较短期间的能源消费量。因此，经分析，应该用可以在短期内检测的指标来反映省的能源消费量。

基于第二问可知产业结构、资源禀赋、经济发展三个经济指标与能源消耗指标有明显的相关性。用以上三指标反映出能源消耗水平，但是三指标影响程度无法主观给出，因此，因此利用灵敏度分析的方法，具体选取梯度分析的方法对模型进行灵敏度分析，得出三个指标的各自灵敏度。

**1.2灵敏度的梯度分析法概述**

能耗梯度表示能耗目标函数的分量在能耗决策点处沿着决策分量方向的梯度，几何角度表示的意义为在点附近当沿着决策分量方向变化一个很小量△时，P变化△P。梯度不仅与能耗决策函数有关，并且与能耗决策目标向量中的分量及能耗决策变量的单位量纲有关。因此以梯度作为反映能耗优化模型的灵敏情况必须以特定的量纲为前提，不同量纲下的能耗模型灵敏度不具有可比性。

**1.3灵敏度的梯度分析模型求解**

梯度分析的具体表达式为



在本模型中，灵敏度大于1代表灵敏度高，反之，小于1代表灵敏度低。下表给出三个指标各自的灵敏度。

**数据表格**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 灵敏度 | 0.86 | 1.36 | 0.73 |

根据结果，知道一个地区的能耗量受GDP指标影响最大，产业结构次之，资源禀赋最小，基于可操作性原则联系实际情况，通常一个省的GDP以月或季度发布，恰好时间周期较短，具有动态性，并且方便查阅。再通过监督GDP的发展及时调整本省产业结构与能源消费之间的关系，争取以问题三中最优的能源消耗分配方式下的发展质量作为现实的发展。在这种趋势下，产业结构将随着时间的推移不断地合理化。

因此通过观测GDP指标在较短期间的变化来监督和考核能源消耗量是基于实际且操作简便的合理方案。

**问题五**

在全国统一分配能源配计量的大环境之下，作为一省的能源方面的负责人，应采取如下措施来具体落实分解目标：

1. **结合本省特点对全省产业结构进行优化**

结合问题（1）产业结构能源消耗特征，依据产业技术经济关联的客观比例，遵循在生产过程比例需求，实现各产业的协调发展，使之与整个省国民经济发展相适应。最终逐步形成农业为基础、高新技术产业为先导、基础产业和制造业为支撑、服务业全面发展的产业格局，遵循科学发展观，实现可持续发展。

1. **依据全省资源消费实情，进行全局资源合理分配**

由问题（2）得出影响能源消费的各典型因素，根据这些因素，通过合理分配手段，对自然资源系统进行设计、组合、布局，从而在空间和时间上最优利用自然资源、合理布局生产力，达到经济的持续发展和资源的永续利用，取得最佳的生态经济效益和社会效益。

1. **基于本省GDP实时数据及时调整资源分配**

在问题（4）的分析中确定了通过观测GDP指标实现监督短期（月或季度）资源消费总量的方案，分析GDP指标的特征，在同时保证经济发展质量与速率的基础上，对资源进行合理的调整与分配。

1. **引进新技术、鼓励创新，提高能源利用率**

通过对题目整体的分析，以及对我国能源使用现状的客观了解，在全国能源利用率较低的大环境下，我省应该不遗余力的引进新技术，同时鼓励本地企业加大创新力度，从而实现提高能源使用效率的目标，凭借有限的资源创造出更加丰富的经济效益。

1. **大力倡导节能减排，杜绝浪费**

在对全球能源利用趋势的分析之后，一方面要做好能源的有效利用，另一方面也要做好能源的节约与循环利用。做到两手都要硬，两手都要抓。以实现能源利用的最大化。

**六、模型的评价与推广**

**1.模型的优点**

1）在解决问题一和问题二时，本文的建模思想为从主观感性认识到借鉴相关资料再到数据分析处理最后挖掘出数据之间的深刻联系，由浅入深，层层深入，取得了感性认识与理性分析的结合。符合人的认知规律，可以容易地被大众接受。

2）在解决问题三的时候，本文注重对发展质量的指标进行分析，得出分配方案需要优化的结论，并联系实际合理地对发展质量进行了优化，给出了更加合理的能源消耗分配方案，可用作实际运用。

3）在解决问题四的时候，通过对灵敏度的分析，对变量之间的关联程度进行了定量分析，再加以联系实际的定性分析，使得分析得出的结果更加合理。

**2.模型的缺点**

1）因考虑不够周全，在某些情况下作了简化处理。

2）对所有数据进行四舍五入并保留三位小数，会对结果产生一定误差。

**3.模型的推广**

首先，本文在所建立的模型考虑大量与实际情况相符的指标，因此模型具有一定的指导性。

总体而言，模型具有一定的一般性，便于进一步推广，不仅可以用于现阶段能源总量的控制，还可以用于未来能源分配方案的确定。因此，本文具有良好的实际应用价值。

**七、参考文献**

[1] 韩中庚，数学建模方法及其应用，374页，高等教育出版社，2005

[2]中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响，干春晖，2011

[3]30个省市经济增长的资源禀赋状况研究，赵丙奇，2006

[4] 邓聚龙.灰色系统基本方法, 武汉: 华中理工大学出版社, 1987

**八、附录**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 河北 | 能耗总量 | 第一产业能耗 | 第二产业能耗 | 第三产业能耗 |
| 2005 | **19835.99** | 532 | 14757 | 914 |
| 2007 | **23585.13** | 582.51 | 17802.95 | 1043.98 |
| 2008 | **24321.87** | 612.35 | 18433.74 | 1092.41 |
| 2009 | **25418.79** | 644.81 | 19089.09 | 1096.03 |
| 2010 | **27531.11** | 686.82 | 20350.17 | 1294.69 |
| 2011 | **29498.29** | 703.93 | 23659.99 | 1459.77 |
| 北京 | 能源消费总量 | 第一产业能源消费 | 第二产业能源消费 | 第三产业能源消费 |
| 2005 | **5521.9** | **86.3** | **2702.5** | **1918.7** |
| 2006 | **5904.1** | **92.3** | **2773.1** | **2129.3** |
| 2007 | **6285.0** | **96.4** | **2793.8** | **2389.5** |
| 2008 | **6327.1** | **96.9** | **2550.5** | **2610.5** |
| 2009 | **6570.3** | **99.0** | **2544.2** | **2760.3** |
| 2010 | **6954.1** | **100.3** | **2726.7** | **2897.4** |
| 2011 | **6995.4** | **100.3** | **2488.7** | **3100.5** |
| 2012 | **7177.7** | **100.8** | **2426.1** | **3252.1** |
| 江苏 | 能源消费总量 | 第一产业能源消费 | 第二产业能源消费 | 第三产业能源消费 |
| 2000 | **8612.43** | 400.39 | 6785.29 | 737.84 |
| 2005 | **17167.4** | 321.59 | 14225.01 | 1522.52 |
| 2007 | **20948** | 330.16 | 17535 | 1828.72 |
| 2008 | **22232.2** | 330.89 | 18366.44 | 2081.43 |
| 2009 | **23709.3** | 360.96 | 19509.32 | 2249.04 |
| 2010 | **25773.7** | 394.68 | 20879.04 | 2617.16 |
| 2011 | **27589** | 451.96 | 22341.7 | 2859.7 |
| 2012 | **28849.8** | 515.26 | 22992.16 | 3139.57 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 后五年的分配方案及一个周期的分配方案 | | | | | | | |
|  | 分配比例% | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 总计 |
| 全国 | 335713.4 | 355037 | 374360.5 | 393684 | 413007.6 | 1871802 |
| 北京 | 1.813643 | 6088.644 | 6439.104 | 6789.564 | 7140.024 | 7490.484 | 33947.82 |
| 天津 | 1.621165 | 5442.468 | 5755.734 | 6069 | 6382.266 | 6695.533 | 30345 |
| 河北省 | 7.015222 | 23551.04 | 24906.63 | 26262.22 | 27617.81 | 28973.4 | 131311.1 |
| 山西省 | 4.29869 | 14431.28 | 15261.94 | 16092.6 | 16923.25 | 17753.91 | 80462.98 |
| 内蒙古 | 4.2346 | 14216.12 | 15034.39 | 15852.67 | 16670.94 | 17489.22 | 79263.34 |
| 辽宁省 | 5.280473 | 17727.26 | 18747.63 | 19768.01 | 20788.38 | 21808.75 | 98840.03 |
| 吉林省 | 2.124474 | 7132.145 | 7542.669 | 7953.192 | 8363.716 | 8774.239 | 39765.96 |
| 黑龙江 | 2.893172 | 9712.766 | 10271.83 | 10830.89 | 11389.96 | 11949.02 | 54154.46 |
| 上海 | 2.861248 | 9605.595 | 10158.49 | 10711.38 | 11264.28 | 11817.17 | 53556.92 |
| 江苏省 | 6.543422 | 21967.15 | 23231.57 | 24495.99 | 25760.41 | 27024.83 | 122479.9 |
| 浙江省 | 4.296239 | 14423.05 | 15253.23 | 16083.42 | 16913.6 | 17743.79 | 80417.1 |
| 安徽省 | 2.455141 | 8242.238 | 8716.658 | 9191.078 | 9665.498 | 10139.92 | 45955.39 |
| 福建省 | 2.461816 | 8264.645 | 8740.355 | 9216.065 | 9691.775 | 10167.48 | 46080.32 |
| 江西省 | 1.604178 | 5385.44 | 5695.424 | 6005.408 | 6315.392 | 6625.375 | 30027.04 |
| 山东省 | 8.947522 | 30038.03 | 31767.01 | 33495.99 | 35224.96 | 36953.94 | 167479.9 |
| 河南省 | 5.451059 | 18299.94 | 19353.28 | 20406.61 | 21459.95 | 22513.29 | 102033.1 |
| 湖北省 | 3.783159 | 12700.57 | 13431.61 | 14162.65 | 14893.69 | 15624.73 | 70813.26 |
| 湖南省 | 3.679176 | 12351.49 | 13062.43 | 13773.38 | 14484.33 | 15195.28 | 68866.91 |
| 广东省 | 6.804065 | 22842.16 | 24156.95 | 25471.73 | 26786.52 | 28101.3 | 127358.7 |
| 广西省 | 1.952588 | 6555.099 | 6932.408 | 7309.717 | 7687.026 | 8064.334 | 36548.58 |
| 海南省 | 0.340158 | 1141.956 | 1207.686 | 1273.417 | 1339.147 | 1404.878 | 6367.083 |
| 重庆市 | 1.94013 | 6513.276 | 6888.177 | 7263.079 | 7637.98 | 8012.882 | 36315.39 |
| 四川省 | 4.861293 | 16320.01 | 17259.39 | 18198.76 | 19138.13 | 20077.51 | 90993.81 |
| 贵州省 | 2.847568 | 9559.668 | 10109.92 | 10660.17 | 11210.42 | 11760.67 | 53300.85 |
| 云南省 | 2.216734 | 7441.872 | 7870.223 | 8298.574 | 8726.926 | 9155.277 | 41492.87 |
| 陕西省 | 2.220479 | 7454.448 | 7883.523 | 8312.598 | 8741.673 | 9170.748 | 41562.99 |
| 甘肃省 | 1.512843 | 5078.817 | 5371.152 | 5663.487 | 5955.822 | 6248.156 | 28317.43 |
| 青海省 | 0.648061 | 2175.629 | 2300.857 | 2426.085 | 2551.314 | 2676.542 | 12130.43 |
| 宁夏 | 1.214413 | 4076.947 | 4311.615 | 4546.282 | 4780.95 | 5015.617 | 22731.41 |
| 新疆 | 2.07727 | 6973.676 | 7375.078 | 7776.48 | 8177.882 | 8579.284 | 38882.4 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2010年预测与优化的p值比较 | | | | | | | |
| 预测T值 | 优化T值 | 预测C值 | 优化C值 | 预测G值 | 优化G值 | 预测p | 优化p |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.797176 | 0.797176 |
| 0.569189 | 0.672662 | 0.076123 | 0.0718 | 0.659477 | 0.588256 | 0.482992 | 0.537884 |
| 0.179406 | 0.237196 | 0.060995 | 0.061028 | 0.131474 | 0.127572 | 0.148059 | 0.184699 |
| 0.056287 | 0.117213 | 1 | 1 | 0.170141 | 0.166424 | 0.265108 | 0.30379 |
| 0.149577 | 0.213598 | 0.654481 | 0.644515 | 0.292887 | 0.279447 | 0.273901 | 0.311069 |
| 0.268796 | 0.329243 | 0.053024 | 0.052649 | 0.358269 | 0.343027 | 0.238716 | 0.275252 |
| 0.372877 | 0.420705 | 0.080172 | 0.080461 | 0.261065 | 0.255768 | 0.296409 | 0.32647 |
| 0.295439 | 0.343082 | 0.100865 | 0.101697 | 0.146166 | 0.145108 | 0.233145 | 0.263845 |
| 0.683532 | 0.721085 | 0.010032 | 0.010261 | 0.599431 | 0.585128 | 0.534068 | 0.55612 |
| 0.73113 | 0.772941 | 0.024945 | 0.025071 | 0.33447 | 0.32349 | 0.527233 | 0.552516 |
| 0.754353 | 0.792006 | 0.032632 | 0.03277 | 0.380546 | 0.369979 | 0.5508 | 0.573469 |
| 0.518474 | 0.570017 | 0.185359 | 0.183632 | 0.110607 | 0.105295 | 0.38853 | 0.420574 |
| 0.664404 | 0.719021 | 0.046907 | 0.046468 | 0.207527 | 0.196231 | 0.469286 | 0.502655 |
| 0.654703 | 0.704214 | 0.054966 | 0.054619 | 0.060826 | 0.056745 | 0.442234 | 0.473436 |
| 0.424258 | 0.467315 | 0.069767 | 0.070276 | 0.222508 | 0.219526 | 0.321503 | 0.348889 |
| 0.393606 | 0.445184 | 0.264085 | 0.262794 | 0.096862 | 0.093334 | 0.321952 | 0.354379 |
| 0.379375 | 0.442743 | 0.134607 | 0.132 | 0.122853 | 0.113844 | 0.290498 | 0.329415 |
| 0.39401 | 0.464401 | 0.070337 | 0.068599 | 0.063853 | 0.05519 | 0.277867 | 0.321538 |
| 0.796544 | 0.840498 | 0.030336 | 0.030346 | 0.291873 | 0.280396 | 0.563954 | 0.590517 |
| 0.477202 | 0.549213 | 0.047076 | 0.046021 | 0.044354 | 0.036224 | 0.323762 | 0.368697 |
| 0.675355 | 0.732003 | 0.013648 | 0.013831 | 0.07159 | 0.065303 | 0.448804 | 0.484375 |
| 0.350142 | 0.42152 | 0.070412 | 0.068608 | 0.09603 | 0.085321 | 0.254542 | 0.298522 |
| 0.319326 | 0.335469 | 0.197509 | 0.209287 | 0.059851 | 0.072167 | 0.254934 | 0.269606 |
| 0.066168 | 0.035183 | 0.299119 | 0.403308 | 0.026836 | 0.09326 | 0.1074 | 0.11873 |
| 0.238027 | 0.292243 | 0.171677 | 0.171744 | 0 | 0 | 0.188166 | 0.223107 |
| 0.433452 | 0.495701 | 0.574541 | 0.561969 | 0.140653 | 0.130935 | 0.417287 | 0.453354 |
| 0.150711 | 0.208513 | 0.08707 | 0.087179 | 0.036662 | 0.035699 | 0.12036 | 0.157473 |
| 0.042538 | 0.108358 | 0.060886 | 0.060443 | 0.063959 | 0.059682 | 0.049536 | 0.091195 |
| 0 | 0 | 0.049999 | 0.061348 | 0.062191 | 0.124533 | 0.019653 | 0.031489 |
| 0.125361 | 0.191888 | 0.240885 | 0.236413 | 0.087578 | 0.080775 | 0.143013 | 0.183925 |

|  |
| --- |
| 灰色预测matlab代码 |
| clc,clear  x0=[11 10.7 10.7 10.5 12.8 11.7 11.6 10.2 12.1 12 14.2 15.2 16.2 17.4 18.4 19.04 20.21 21.52 22.79 22.92];  n=length(x0);  xx=1:20;  plot(xx,x0,'o-')  hold on  disp('级比')  lamda=x0(1:n-1)./x0(2:n)  range=minmax(lamda)  x1=cumsum(x0)  for i=2:n z(i)=0.4\*x1(i)+0.6\*x1(i-1);  end  B=[-z(2:n)',ones(n-1,1)];  Y=x0(2:n)';  u=B\Y  x=dsolve('Dx+a\*x=b','x(0)=x0');  x=subs(x,{'a','b','x0'},{u(1),u(2),x1(1)});  yuce1=subs(x,'t',[0:n-1]);  digits(6),y=vpa(x) %为提高预测精度，先计算预测值，再显示微分方程的解 yuce=[x0(1),diff(yuce1)] disp('残差') epsilon=x0-yuce %计算残差 disp('相对误差') delta=abs(epsilon./x0) %计算相对误差 disp('级比偏差值') rho=1-(1-0.5\*u(1))/(1+0.5\*u(1))\*lamda %计算级比偏差值 %若以上各项检验符合标准，则以下可预测将后的所需的数据 yuce2=subs(x,'t',[0:n-1+2]);%这里的n-1为验证模型时的数据量的上限，可以加上或减去一定的数值进行相应的预测 digits(2),y=vpa(x) %为提高预测精度，先计算预测值，再显示微分方程的解 yuce3=[x0(1),diff(yuce2)] yy=1:22; plot(yy,yuce3,'+-') hold off; |

|  |
| --- |
| 无量纲化处理matlab代码 |
| %数据标准化  clear all,clc;  A=xlsread('C:\Users\Administrator\Desktop\abc.xlsx');  [m,n]=size(A);  Q=zeros(1,n);  Q2=zeros(1,n);  for i=1:n  Q(i)=max(A(:,i));  end  for i=1:n  Q2(i)=min(A(:,i));  end  for i=1:m  for j=1:n  A1(i,j)=(A(i,j)-Q2(j))/(Q(j)-Q2(j)); %A1为标准化后数据  end  end  xlswrite('C:\Users\Administrator\Desktop\ABC.xls', A1);%保存结果 |

|  |
| --- |
| 北京灰色关联度分析matlab代码 |
| % 灰色关联分析  %北京产业能源消耗灰色关联度分析  clc,clear,clf  disp('灰色关联分析');  m=3; %子序列  k=8;%序列长度  X0=zeros(k,m);%差序列矩阵  R0=zeros(k,m);%关联系数矩阵  % 第一步，载入源数据  b0=[2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012];  a0=[5521.9 5904.1 6285.0 6327.1 6570.3 6954.1 6995.4 7177.7];  a1=[86.3 92.3 96.4 96.9 99.0 100.3 100.3 100.8];  a2=[2702.5 2773.1 2793.8 2550.5 2544.2 2726.7 2488.7 2426.1];  a3=[1918.7 2129.3 2389.5 2610.5 2760.3 2897.4 3100.5 3252.1];  %绘制折线图  hold on  plot(b0,a0,'k\*-');  plot(b0,a1,'ro-');  plot(b0,a2,'g^-');  plot(b0,a3,'b+-');  legend('北京能源消耗总量','第一产业能源消耗量','第二产业能源消耗量','第三产业能源消耗量')  title('北京各产业能源消耗灰色关联度')  xlabel('年份')  ylabel('能源消耗量/（万吨标准煤）')  % 第二步，求各序列的初值像  x0=a0./a0(1);  x1=a1./a1(1);  x2=a2./a2(1);  x3=a3./a3(1);  X=[x1',x2',x3']; %将所得结果存入矩阵 X 中  % 第三步，求差序列  for i=1:m  for ii=1:k  X0(ii,i)=abs(x0(ii)-X(ii,i));  end  end  % 第四步，求两极差  Max=max(max(X0));  Min=min(min(X0));  % 第五步，求关联系数?  for i=1:m  for ii=1:k  R0(ii,i)=(Min+0.5\*Max)/(Min+0.5\*Max+X0(ii,i));  end  end  % 第六步，求关联度  r=sum(R0)/k;  % 第七步，显示结果  disp('关联度依次为:')  disp(r) |

|  |
| --- |
| 河北灰色关联度分析matlab代码 |
| % 灰色关联分析  %河北产业能源消耗灰色关联度分析  clc,clear,clf  disp('灰色关联分析');  m=3; %子序列  k=6;%序列长度  X0=zeros(k,m);%差序列矩阵  R0=zeros(k,m);%关联系数矩阵  % 第一步，载入源数据  %  b0=[2005 2007 2008 2009 2010 2011];  a0=[19835.99 23585.13 24321.87 25418.79 27531.11 29498.29]; %母序列 %这个是参考序列，也就是本题的“各省的能源消耗总量”  a1=[532 582.51 612.35 644.81 686.82 703.93]; %比较序列，也就是本题的“第一、二、三产业的能源消耗量”  a2=[14757 17802.95 18433.74 19089.09 20350.17 23659.99];  a3=[914 1043.98 1092.41 1096.03 1294.69 1459.77];  %绘制折线图  hold on  plot(b0,a0,'k\*-');  plot(b0,a1,'ro-');  plot(b0,a2,'g^-');  plot(b0,a3,'b+-');  legend('河北能源消耗总量','第一产业能源消耗量','第二产业能源消耗量','第三产业能源消耗量')  title('河北各产业能源消耗灰色关联度')  xlabel('年份')  ylabel('能源消耗量/（万吨标准煤）')  % 第二步，求各序列的初值像  x0=a0./a0(1);  x1=a1./a1(1);  x2=a2./a2(1);  x3=a3./a3(1);  X=[x1',x2',x3']; %将所得结果存入矩阵 X 中  % 第三步，求差序列  for i=1:m  for ii=1:k  X0(ii,i)=abs(x0(ii)-X(ii,i));  end  end  % 第四步，求两极差  Max=max(max(X0));  Min=min(min(X0));  % 第五步，求关联系数?  for i=1:m  for ii=1:k  R0(ii,i)=(Min+0.5\*Max)/(Min+0.5\*Max+X0(ii,i));  end  end  % 第六步，求关联度  r=sum(R0)/k;  % 第七步，显示结果  disp('关联度依次为:')  disp(r) |

|  |
| --- |
| 江苏灰色关联度分析matlab代码 |
| % 灰色关联分析  %江苏产业能源消耗灰色关联度分析  clc,clear,clf  disp('灰色关联分析');  m=3; %子序列  k=6;%序列长度  X0=zeros(k,m);%差序列矩阵  R0=zeros(k,m);%关联系数矩阵  % 第一步，载入源数据  %  b0=[2000 2005 2007 2008 2009 2010 2011 2012];  a0=[8612.43 17167.39 20948.04 22232.23 23709.28 25773.70 27588.97 28849.84]; %母序列 %这个是参考序列，也就是本题的“各省的能源消耗总量”  a1=[400.39 321.59 330.16 330.89 360.96 394.68 451.96 515.26]; %比较序列，也就是本题的“第一、二、三产业的能源消耗量”  a2=[6785.29 14225.01 17535 18366.44 19509.32 20879.04 22341.7 22992.16];  a3=[737.84 1522.52 1828.72 2081.43 2249.04 2617.16 2859.7 3139.57];  %绘制折线图  hold on  plot(b0,a0,'k\*-');  plot(b0,a1,'ro-');  plot(b0,a2,'g^-');  plot(b0,a3,'b+-');  legend('江苏能源消耗总量','第一产业能源消耗量','第二产业能源消耗量','第三产业能源消耗量')  title('江苏各产业能源消耗灰色关联度')  xlabel('年份')  ylabel('能源消耗量/（万吨标准煤）')  % 第二步，求各序列的初值像  x0=a0./a0(1);  x1=a1./a1(1);  x2=a2./a2(1);  x3=a3./a3(1);  X=[x1',x2',x3']; %将所得结果存入矩阵 X 中  % 第三步，求差序列  for i=1:m  for ii=1:k  X0(ii,i)=abs(x0(ii)-X(ii,i));  end  end  % 第四步，求两极差  Max=max(max(X0));  Min=min(min(X0));  % 第五步，求关联系数?  for i=1:m  for ii=1:k  R0(ii,i)=(Min+0.5\*Max)/(Min+0.5\*Max+X0(ii,i));  end  end  % 第六步，求关联度  r=sum(R0)/k;  % 第七步，显示结果  disp('关联度依次为:')  disp(r) |

|  |
| --- |
| 第三问lingo |
| model:  sets:  city/1..30/:x,k1,k2,gdp,x\_f,pi;  endsets  data:  k1=@file('subei\_data.txt');  k2=@file('subei\_data.txt');  gdp=@file('subei\_data.txt');  x\_f=@file('subei\_data.txt');  total=307987;  a=0.644235;  p=0.202824;  r=-0.152941;  e=1;  enddata  max = @sum(city:pi);  @sum(city:x)=total;  x\_a=total/30;  @for(city(i):pi(i)=(a+p\*k1(i)+r\*k2(i)\*gdp(i))\*x(i));  @for(city(i)|i#gt#1:@sqrt((@abs(x(i)-x\_f(i)) - @abs(x(i-1)-x\_f(i-1)))^2)<e);    end |