

参赛队号#2191

## 第六届“认证杯”数学中国

### 数学建模网络挑战赛

### 承 诺 书

我们仔细阅读了第六届“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，我们将受到严肃处理。

我们允许数学中国网站([www.madio.net](http://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：#2191**

**参赛队员（签名）：**

队员 1：

队员 2：

队员 3：

**参赛队教练员（签名）：**

**参赛队伍组别：本科组**

参赛队2号#2191

## 第六届“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）：  
#2191

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）：

参赛队3号#2191

# 2013 年第六届“认证杯”数学中国 数学建模网络挑战赛第二阶段

题 目 公路运输业对国内生产总值的影响分析

关 键 词 货运密度、货运量弹性系数、协整分析、正反馈、标准差、回归方程、残差值

## 摘 要：

对于问题三，本论文从系统科学的正反馈入手，利用数形结合、多元统计、离散分析、概率分析的方法，使用 Excel、Mathlab、Eviews、VC++6.0 软件，构建了三个模型共同解决此问题。模型一是货运密度对其公路运输投资分配的影响，  

$$\text{货运密度 } F = \frac{\text{货运周转量}}{\text{某运输方式线路长度}}$$
 根据各市货运密度的值，将比例系数作为公路

运输投资资金分配的依据一。模型二是城市发达程度对其公路运输投资分配的影响，通过对各市的平均生产总值和标准差  $D = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}$  进行对比，来分析各城市发展水平

的差异，D 越大偏离省平均生产总值越多，发展越落后；由此将该省 11 市分为发达、较发达、中度发达、欠发达 4 类地区。欠发达地区，投资的回报率是最高的，发达城市的回报率相对来说是最低的；作为该省公路运输投资资金分配的依据二。模型三是货物运输增长速度与国民经济增长速度的比例对 GDP 影响模型。通过

货运量弹性系数  $E = \frac{V_x}{V_y} = \frac{\Delta X / X}{\Delta Y / Y}$ ，当  $E > 1$  时，货运增长速度快于国民生产总值增值速度，

对其区域的投资比例应较少；当  $E = 1$  时，货运增长速度与国民生产总值增值速度相当；当  $E < 1$  时，货运增长速度比国民生产总值增值速度慢，加大该城市的公路运输投资对其国民经济的进一步发展是非常有效的；作为该省公路运输投资资金分配的依据三。

对于问题四，我们引入协整理论与误差修正模型，从经济变量的数据中所显示的关系出发，确定模型包含的变量和变量之间的理论关系，主要进行公路里程、汽车保有量、货运需求（为了计算方便，我们根据实际的换算公式，将客运需求转化为货运需求）与经济发展关系的协整分析，既能建立反映变量之间均衡趋势的长期方程  $LLTKM = \beta_0 + \beta_1 LGDP + \beta_2 LRK + \beta_3 LTT - \beta_4 LP + \varepsilon_t$ ，又能建立可以反映变量之间短期变动关系的误差修正模型，二者反映变量之间短期变动向长期均衡演变的动态过程，从而得到公路运输和经济之间的动态演变方程  $LTKM_{t-1} = 0.0961LGDP_{t-1} - 0.0139LP_{t-1} + 0.0026LRK_{t-1} + 0.0153LTT_{t-1} - 0.0765$ 。

完成对第一阶段问题一的完善。

参赛队号： # 2191

参赛密码 \_\_\_\_\_  
(由组委会填写)

参赛队号#2191

所选题目:     C     题**Abstract**

For the problem, the paper start from the positive feedback system science, the use of Shuxingjiege, multivariate statistical, discrete analysis, probability analysis method, the use of Excel, Mathlab, Eviews, VC + +6.0 software to construct three models together to resolvethis problem. Model First, freight density on the allocation of road transport investment, 货运密度  $F = \frac{\text{货运周转量}}{\text{某运输方式线路长度}}$ , according to the value of

municipalities freight density, scale factor as the basis for allocation of investment funds for road transport. Model city developed its road transport investment allocation by municipalities average GDP and the standard deviation

$D = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$  compared to analyze the differences in the level of urban

development, the greater the deviation from the average GDP of the province more, the development of more backward; thus divided into the province and 11 cities developed, more developed, moderately developed, underdeveloped region. Less developed regions, the rate of return on investment is the highest rate of return of the developed cities relatively speaking, is the lowest; province road transport investment allocation of funds basis. The model is the proportion of cargo transport growth and economic growth rate of GDP impact

model. 货运量弹性系数  $E = \frac{V_x}{V_y} = \frac{\Delta X / X}{\Delta Y / Y}$ , when  $E > 1$ , the freight growth rate faster

than the gross national product increasing speed of its regional investment ratio should be less; when  $E = 1$ , the freight value-added speed of the growth rate of GNP;  $E < 1$ , the freight growth rate slower than the the GNP value-added speed, increase the city's investment in road transport is very effective in the further development of its national economy; based on the distribution of funds as the province road transport investment.

Problem, we introduce cointegration and error correction model, the relationship between economic variables data to determine the theoretical relationship between the variables and variables of the model contains the main highway mileage, car ownership, freight demand (in order to facilitate the calculation, according to the actual conversion formula, the passenger demand translate into demand for freight transport) and economic development cointegration analysis, both to establish the long-term trend equation  $LLTKM = \beta_0 + \beta_1 LGDP + \beta_2 LRK + \beta_3 LTT - \beta_4 LP + \varepsilon_t$  balanced between the response variable, but also established to reflect the variable between short-term changes in the relationship between error correction model, both reflect the changes in short-term to long-run equilibrium between variables evolution of the dynamic process of  $LLTKM = \beta_0 + \beta_1 LGDP + \beta_2 LRK + \beta_3 LTT - \beta_4 LP + \varepsilon_t$ , resulting in road transport and economic dynamic evolution equation. Completion of the first stage

参赛队5号#2191

of perfect.

## § 1 问题的提出

### 一、背景知识

#### 1. 公路运输业

公路运输是在公路上运送旅客和货物的运输方式。是交通运输系统的组成部分之一。主要承担短途客货运输。现代所用运输工具主要是汽车。因此，公路运输一般即指汽车运输。在地势崎岖、人烟稀少、铁路和水运不发达的边远和经济落后地区，公路为主要运输方式，起着运输干线作用。公路运输业即指在公路运输的基础上延伸出的一系列相关的产业链。

#### 2. 国内生产总值

国内生产总值 (Gross Domestic Product, 简称 GDP) 是指在一定时期内 (一个季度或一年)，一个国家或地区的经济中所生产出的全部最终产品和劳务的价值，常被公认为衡量国家经济状况的最佳指标。它不但可反映一个国家的经济表现，还可以反映一国的国力与财富。

### 二、相关数据

1. 2012 年公路运输调查数据 (详见原题的附表 1);
2. 2007 公路建筑业投入产出表 (43 部门) (详见原题的附表 2);
3. 11 个城市的运输行业统计数据表 (详见原题的附表 3)。

### 三、要解决的问题

**问题一：**根据附表三的数据我们分析出货运密度、城市发达程度、货运量弹性系数对该城市的经济发展影响，并给出未来五年公路运输投资资金在各市的分配比例。

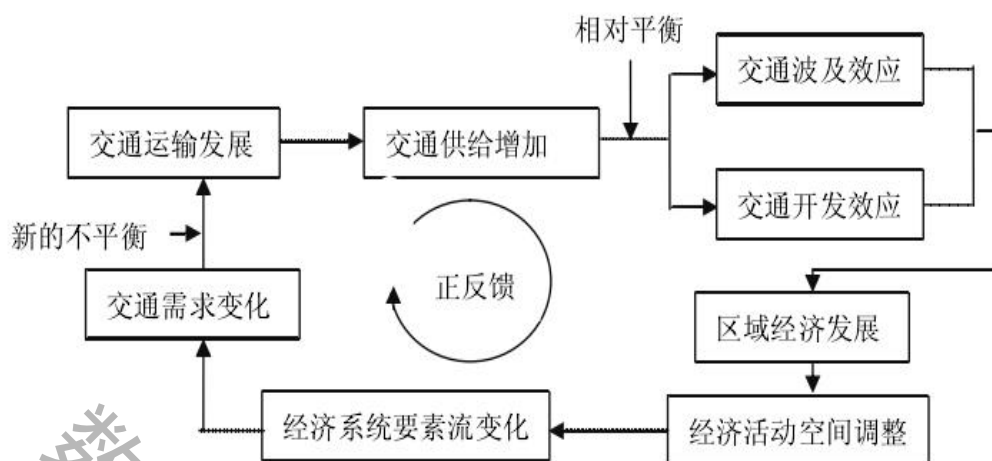
**问题二：**由附表 3，我们对公路交通运输业对 GDP 的影响，进行完善分析。

## § 2 问题的分析

### 问题一的分析：

按照系统科学的观点，交通与经济发展之间存在着交互作用的自组织机制，二者的协调发展是系统演化的内在规律，正反馈循环是这一规律的表现形式，二者之间存在着双向作用的关系，不平衡—平衡—不平衡是交通经济相互作用的基本模式，平衡是一种相对的过程，而不平衡则是推动系统不断演化的动力。交通运输发展带动区域经济开发，而区域经济的发展又带来对交通运输的更高需求，进而形成良性循环

参赛队6号#2191



本文从该城市的发达程度、货运密度、货运量的增长速度与国民经济的增长速度几方面对该省主要城市公路运输投资资金最合适比例进行讨论。城市越发达，说明其公路运输业发展已经到了一定的程度，它的剩余发展空间即进一步发展公路运输业的潜力是较少的，对其区域的投资比例应减少；货运密度大的城市对于交通运输的需求较大，投资较多的资金，既可以缓解当地的交通压力，又可较大提升当地经济的发展；对于货运量的增长速度来说。当货运量的增长速度大于国民经济的增长速度时，其提升空间较小。反之，货运量的增长速度小于国民经济的增长速度，若加大对其市的公路运输建设投资，就能在一定程度上提升国民经济的增长速度。

### 问题二的分析

在经济发展的过程中,交通运输系统与宏观经济之间是相互依存!互相促进的动态关系。在社会经济发展的各个不同阶段,经济发展水平!目标不同,交通运输与国民经济之间的相互关系不同,二者之间动态规律也不同,经济对交通运输的作用方式可能在抑制和促进之间转换,导致在不同的经济发展水平,交通运输发展的目标!内部各子系统发展都存在着较大的差异。深入研究经济系统与交通运输之间关系的阶段性的特征和规律,,于研究未来交通运输系统的发展,合理规划交通运输系统,构建高效、便捷的交通运输系统,使之与我国经济发展需求相适应具有重要意义。

## § 3 模型假设

- 1、假设该省的人口基本保持不变，没有大规模的迁移
- 2、假设没有政策性的变化，没有对公路进行大规模的整改
- 3、假设调查样本在该省各个城市是随机分布

## § 4 模型的建立与求解

问题一：

模型 1： 货运密度对其公路运输投资分配的影响模型

名词解释：

**周转量：**可分为货物周转量和旅客周转量两种。货物周转量（Q）是货运量（A）和货物运输距离（ $\tau$ ）的乘积，即： $Q=A\tau$ ，单位为吨公里。由于货运量（A）是货物产量（P）与其运输系数（Kt）的乘积，故  $Q=A\tau=PK_t\tau$ 。它受工农业产品产量及其运输系数和平均运距的影响，并反映出工农业发展规模及其布局、以及运输联系与运输组织水平等状况。旅客周转量是客运量和旅客运距之乘积，单位为人公里。它取决于人们出行次数与平均运距。无论是货物还是旅客周转量，都是说明运输部门或运输企业一定时期内运输工作量的指标，是考核运输任务完成情况、计算运输成本和劳动生产率的重要根据，同时也是制定运输计划和规划的一个基础数据与基本指标。

**货物周转量：**是指各种运输工具在报告期内实际运送的每批货物重量分别乘其运送距离的累计数。

**计算单位：**吨公里（海运为吨海里，1 海里=1.852 公里）

**计算公式：**

**货物周转量=实际运送货物吨数×货物平均运距**

货物周转量指标不仅包括了运输对象的数量，还包括了运输距离的因素，因而能够全面地反映运输生产成果。

**换算周转量：**是指将旅客周转量按一定比例换算为货物周转量，然后与货物周转量相加成为一个包括客货运输的换算周转量指标。它综合反映了各种运输工具在报告期实际完成的旅客和货物的总周转量，是考核运输业的综合性的产量指标。

**计算公式：**

**换算周转量=货物周转量+（旅客周转量×客货换算系数）**

客货换算系数的大小，取决于运输 1 吨公里和 1 人公里所耗用人力和物力的多少。目前我国统计制度规定的客货换算系数，按铺位折算，铁路、远洋、沿海、内河运输的系数为 1；按座位折算，内河为 0.33，公路为 0.1，航空国内为 0.072、国际为 0.075。

**货运密度：**货物周转量与某运输方式的线路长度的比例关系。表明一定时期内在某运输方式线路上平均每公里线路的货物周转量。

**计算公式：**

$$\text{货运密度} = \frac{\text{货物周转量}}{\text{某运输方式线路长度}}$$

参赛队8号#2191

货运密度是反应某运输线上货物运输繁忙程度的主要指标，是平衡运输线路的运输能力和通过能力，规划线路建设及改造，研究运输网布局的重要依据。货运密度越大，该运输线上的货物运输越繁忙。它对公路的需求大。

城市	货运密度	城市	货运密度
城市 1	1158.765993	城市 7	1322.85402
城市 2	946524.5259	城市 8	18359.965
城市 3	3892666.36	城市 9	4840.535134
城市 4	33159.20451	城市 10	95410.99969
城市 5	97817.51768	城市 11	39421.089
城市 6	59728.4064		

我们计算了十个城市的货运密度，并对其货运密度取对数。设货物密度最大的城市占 10 份投资，其它城市的投资按城市之间的货运密度的对数比例给出。下图为：由货运密度决定的交通投资分配比例。

城市	货运密度	货运密度的对数	比例份数
城市3	3892666.36	15.17460492	10
城市2	946524.5259	13.76055216	9.068145256
城市5	97817.51768	11.49085896	7.572427103
城市10	95410.99969	11.46594915	7.556011647
城市6	59728.4064	10.99756301	7.247347172
城市11	39421.089	10.58205621	6.973529961
城市4	33159.20451	10.40907562	6.859536491
城市8	18359.965	9.817927758	6.469972569
城市9	4840.535134	8.484780558	5.591434244
城市7	1322.85402	7.187546818	4.736562735
城市1	1158.765993	7.055110919	4.649288041

从图中可以看出，城市 3 的投资应是最多的，城市 1 的投资应最少。

由于货运密度只是反应某运输线上货物运输繁忙程度，不能全面的来决定未来五年交通投资的分配。我们将货运密度作为决定未来五年交通投资的分配的其中一个因素。

## 模型 2：城市发达程度对其公路运输投资分配的影响模型

### (1) 初步分析

公路运输投资资金的分配比例，应考虑到各城市发展水平的差异，不同城市对于投资的回报率都是不同的。故应将该省的 11 个市对其发达程度进行分类。城市越发达，说明其交通建设已经达到了较好的程度，过多的资金投入也是无义的，其投资回报率低。相反，若一个地区为欠发达地区，对其加大建设资金投入，能够最大程度促进该地区经济的发展。其投资的回报率高。总的说来就是一个城市的发达程度，在一定程度上决定



参赛队号#2191

了该市的交通需求。因其需求，对其投入相应的资金，促进交通运输的发展，交通供给的增加。从而促进该区域经济的发展。

## (2) 数据的处理

先统计每个市地区生产总值的平均值  $\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$   $i=(1, 2, 3, \dots, 11)$ ,  $x_j$  为每个县的生产总值,  $N$  为该市县城的个数。在此基础上, 由  $\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^M x_j}{M}$   $j=(1, 2, 3, \dots, 11)$ ,  $M$  为该省市的个数。可得该县的平均生产总值。

下面计算每个市与总平均生产总值的比较

又因为各个变量量纲的不同, 数据差异较大, 所以应对各变量做标准化处理。将各变量值转化为标准变量  $S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}$ 。

由于, 标准变量的计算较为复杂, 我们编写一程序对每个市的标准量  $S$  进行计算。程序见附表一。

我们计算了十一个城市的地区平均生产总值、样本标准差, 并对其样本标准差取对数。设地区平均生产总值最大的城市最占 10 份投资, 其它城市的投资按城市之间的样本标准差对数比例给出。则下图为: 由平均生产总值决定的交通投资分配。

城市序号	地区平均生产总值	样本标准差	样本标准差得对数	份数比例
5	4042387.775	5686704	15.55364138	-10
2	5224640	3986084	15.19831985	9.771550909
4	701540	2377280	14.68146753	9.439247813
3	2134	1236422	14.02773228	9.018937716
8	673755	930587	13.74357085	8.836240027
1	226475	902508	13.71293283	8.816541736
11	226521	898313	13.70827384	8.813546299
6	711635	884189	13.69242612	8.803357226
9	383532	781807	13.56936319	8.724235603
10	352482	738048	13.51176414	8.68720309
7	497909	718219	13.48452982	8.669693154

城市 5 的地区平均生产总值是高于该省德尔平均生产总值的, 因此对于它的分数投资比例应为负数。除城市 5 外的其它城市样本标准差越大, 说明其地区平均生产总值较该省的平均生产总值偏差较大。落后于该省的水平。

为了使分析更加的全面, 我们引入了模型三进行讨论。

### 模型 3、货物运输增长速度与国民经济增长速度的比例对 GDP 影响的模型

#### (1) 问题分析

一个城市若它的货物运输量增长速度小于国民经济增长速度，说明其公路运输业对于国民经济的增长起到了副作用，加大该城市的公路运输投资对其国民经济的进一步发展是非常有效的。

#### (2) 数据的处理

货物运输增长速度与国民经济增长速度的比例关系用货物运输弹性系数表示。根据运输弹性系数的一般定义，可以定义货物运输弹性系数，具体可以分为货运量弹性系数和货物周转量弹性系数，分别表示货运量增长速度与国民经济增长速度的关系、货物周转量增长速度与国民经济增长速度的关系。鉴于对两者进行分析的相似性，这里以货运量弹性系数为例进行说明。

货运量弹性系数的计算公式可以归纳为：

$$E = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{\Delta X}{X}}{\frac{\Delta Y}{Y}}$$

其中X、 $\Delta X$ 分别表示某一时期T内发生的货物运输量及其增量，可分别选用货运量和货物周转量；Y、 $\Delta Y$ 分别表示与X同时期内发生的国内生产总值(GDP)及其增量。

当 $E > 1$ 时， $V_1 > V_2$ ，表明货物运输量增长速度大于国民经济增长速度；

当 $E = 1$ 时， $V_1 = V_2$ ，表明货物运输量与国民经济同步增长；

当 $E < 1$ 时， $V_1 < V_2$ ，表明货物运输量增长速度小于国民经济增长速度。

我们设货物密度最大的城市占 10 份投资，则下图为：由货运密度决定的交通投资分配。

城市	E	E-1	份数比例
6	1.968978488	0.968978488	10
2	1.062895267	0.062895267	0.649088371
3	1.052801582	0.052801582	0.544920067
5	0.95579027	-0.04420973	-0.456250889
10	0.7135	-0.2865	-2.956721988
1	0.654335082	-0.345664918	-3.56731261
4	0.609765227	-0.390234773	-4.027280049
7	0.535559918	-0.464440082	-4.793089711
11	0.487016497	-0.512983503	-5.294064932
9	0.485023236	-0.514976764	-5.314635677
8	0.450003879	-0.549996121	-5.676040576

由表可以明显看出，城市 6、2、3 的货物运输量增长速度大于国民经济增长速度。其他城市的货物运输量增长速度小于国民经济增长速度。

从模型 1、模型 2、模型 3 我们可以综合计算出未来五年公路运输投资资金在各市

参赛队号#2191

的分配比例。

$Y = \sum_{i=1}^N x_i$   $i=1, 2, 3$ ;  $x_i$  表示该市在第  $i$  个模型中的分数比例。 $Y$  表示该市分数比例之和。

由公式可得投资比例分配表如下。

城市	投资比例 (%)
1	9.3
2	10
3	10.71
4	11.55
5	1.11
6	3.5
7	9.54
8	11.49
9	10.75
10	10.51
11	11.54

问题二：

### 模型 1：公路里程与经济发展关系的协整分析模型

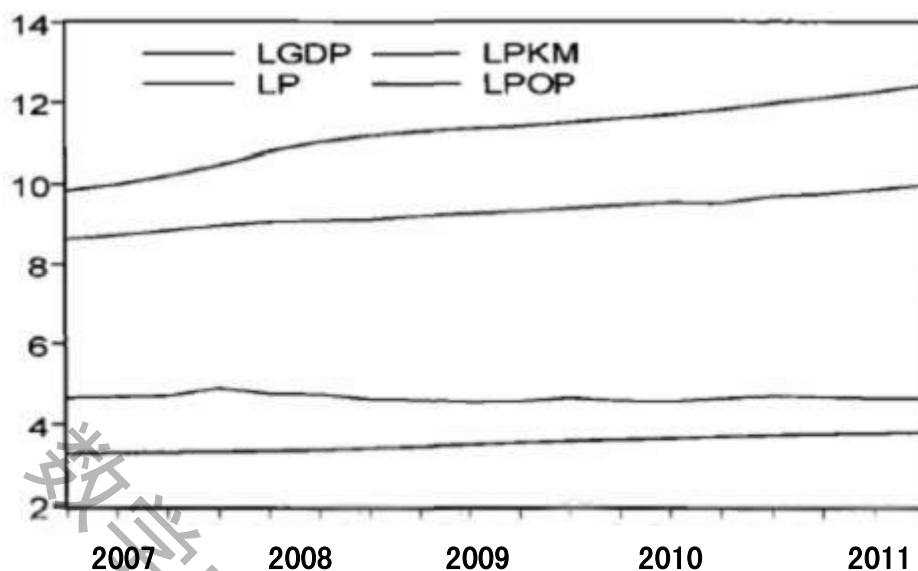
通过对公路里程与经济发展之间的关系进行协整分析,寻求公路里程与经济发展之间是否存在协调关系"本研究选取 5 年的公路里程与 GDP 的数据,并分别对其进行对数运算,记公路里程序列和 GDP 序列分别为  $R$  和  $G$ ,经过对数转换后即为  $\ln R$  和  $\ln G$ ,如下表所示:

2007 ----2011 年公路里程  $R$  及 GDP 绝对值及对数值

年份	$R$ (万公里)	$\ln R$	$G$ (万元)	$\ln G$
2007	180.98	2.26	135822.76	5.13
2008	187.07	2.27	159878.34	5.20
2009	205.55	2.52	183217.40	5.26
2010	244.65	2.54	211923.50	5.33
2011	267.8	2.55	249529.90	5.40

公路里程和 GDP 的对数关系曲线由图可知,公路里程与 GDP 的增长具有大致相同的  
增长趋势和变化趋势,说明二者可能存在协整关系,可利用 EG 两步法进行检验.

参赛队号#2191



公里路程与 GDP 的对数关系图

## (1) 公路里程与 GDP 的单整检验

为了研究公路里程与经济发展之间是否存在协整关系, 先要对两变量进行稳定性检验。在此采用 ADF 法对两变量进行单位根检验, 单位根检验结果如下表所示:

表 1 对数值 ADF 单位根检验结果

Augmented Diekey-Fuller Test			
		t-statistic	
		lnR	lnG
Augmented Diekey-Fuller Test Statistic		2.892085	-1.795132
Test Critical Values	1%level	-5.124875	-4.616209
	5%level	-3.933364	-3.710482
	10%level	-3.42003	-3.297799

参赛队号#2191

表 2 一阶差分值 ADF 单位根检验结果

Augmented Dickey-Fuller Test			
		t-statistic	
		ilnR	ilnG
Augmented Dickey-Fuller Test Statistic		-8.130611	-2.86467
Test Critical Values	1% level	-2.754993	-2.728252
	5% level	-1.970978	-1.96627
	10% level	-1.603693	-1.605026

公路里程和 GDP 这两个时间序列的水平值都是不稳定的，但经过一阶差分后都可以形成稳定的序列，所以公路里程和 GDP 这两个变量都是一阶单整的。

## (2)基于百 G 两步法的公路里程与的协整分析

首先,用因变量  $\ln R$  对自变量  $\ln G$  进行普通最小二乘回归,回归方程的最小二乘估计为:

$$\ln R = 0.471123 \ln G \quad (\text{方程一})$$

其中各参数值见下表

回归方程各参数值表

R-squared	0.739566	Mean dependent var	2.187283
Adjusted R-squared	0.723289	S.D dependent var	0.18268
S.E of regression	0.096096	Akaike info criterion	-1.742501
Sum squared resid	0.147751	Schwarz criterion	-1.643571
Log likelihood	17.68251	F-statistic	455.43587
Dubin-Watson stat	0.431383	Prob(F-statistic)	0.00005

方程一的 DW 检验值很低,说明回归残差序列存在着较严重的一阶自相关。为了辨明方程中各变量之间是否存在长期稳定关系,还要进行回归残差的 ADF 稳定性检验。检验结果如表所示。

残差 ADF 单根检验结果表

Augmented Dickey-Fuller Test		
		t-statistic
		e
Augmented Dickey-Fuller Test Statistic		-2.897495
Test Critical Values	1% level	-2.754993
	5% level	-1.970978
	10% level	-1.603693

参赛队号#2191

由残差 ADF 单根检验结果表可知, 检验值  $e=-2.897495$  小于 1%显著水平下的临界值  $-2.754993$ , 所以拒绝序列存在单位根的原假设, 残差序列是稳定的。

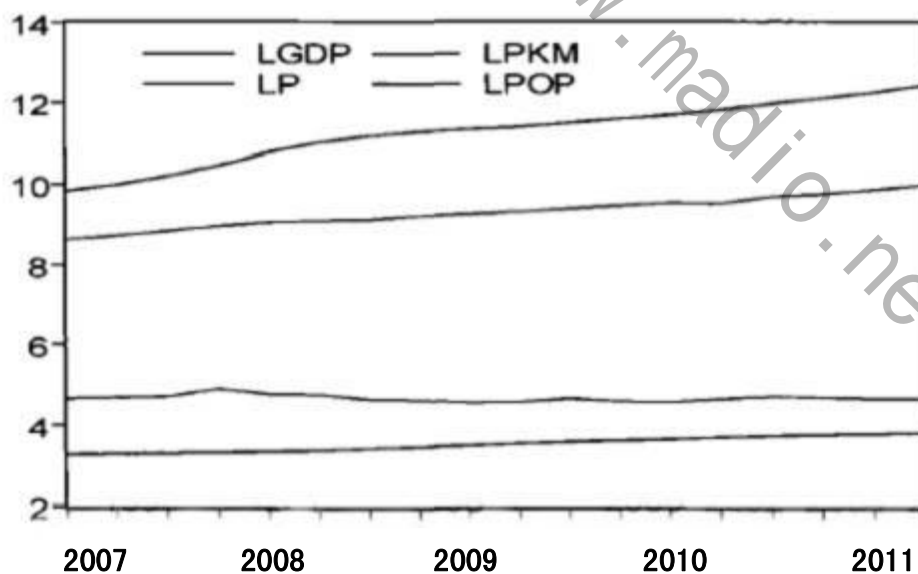
可见, 我国公路里程和经济的发展之间存在长期均衡关系。从 1990 年到 2007 年的多年发展过程中, 公路里程的发展与我国经济的增长保持着一定的协调关系, 这种协调关系方程一所表示出来。所以, 随着我国经济的飞速增长, 我国公路里程也在迅速增加。

## 模型 2: 汽车保有量与经济发展关系的协整分析

这里将分别研究汽车保有量(T)与 GDP(G)之间是否存在长期的均衡关系, 即协整关系。本研究选取 5 年的民用汽车保有量与 GDP 的数据, 并分别对其进行对数运算, 经过对数转换后即为  $\ln T$  和  $\ln G$ , 如下表所示。并作出车辆保有量及 GDP 的对数关系曲线图。

2007—2011 年 各时间序列绝对值及其对数值表

年限	C (万辆)	$\ln C$	T(万辆)	$\ln T$	GDP(亿元)	$\ln G$
2007	1478.81	3.17	853.51	2.93	135822.76	5.13
2008	1735.91	3.24	893	2.95	159878.34	5.2
2009	2132.46	3.33	955.55	2.98	183217.4	5.26
2010	2619.57	3.42	986.3	2.99	211923.5	5.33
2011	3195.99	3.5	1054.06	3.02	249529.9	5.4



车辆保有量与 GDP 的对数关系图

无论是汽车保有量, 都和 GDP 的发展有着大致相同的增长趋势, 由此可以判定它们之

参赛队号#2191

间可能存在协整关系, 可对各变量进行 ADF 单位根检验, 然后用 EG 两步法来检验它们之间是否确实存在协整关系。

### (1) 变量的单位根检验

用 ADF 法对变量进行单位根检验, 判定变量是否是平稳的。如果是非平稳过程, 其阶数是多少。用 ADF 单位根检验的结果见表 3 和表 4。

**表 3 对数值 ADF 单位根检验结果表**

Augmented Dickey-Fuller Test				
		t-statistic		
		lnC	lnT	lnG
Augmented Dickey-Fuller Test Statistic		-1.959488	-2.706584	-1.795132
Test Critical Values	1% level	-4.616209	-5.124875	-4.616209
	5% level	-3.710482	-3.933364	-3.710482
	10% level	-3.297799	-3.42003	-3.297799

**表 4 一阶差分 ADF 单位根检验结果表**

Augmented Dickey-Fuller Test				
		t-statistic		
		1lnC	1lnT	1lnG
Augmented Dickey-Fuller Test Statistic		-4.506409	-3.99324	-2.86467
Test Critical Values	1% level	-2.728252	-2.728252	-4.616209
	5% level	-1.96627	-1.96627	-3.710482
	10% level	-1.605026	-1.605026	-3.297799

由表 3 和表 4 可知, 各变量的水平值都是不平稳的, 但经过一阶差分后可以变为平稳过程。因此, 各变量都是一阶单整的。

### (2) 基于 EG 两步法的协整关系检验

首先, 用因变量 lnT 对自变量 lnG 进行普通最小二乘回归, 回归方程的最小二乘估计为:

$$\ln T = -2.8659 + 1.167 \ln G \quad (\text{方程二})$$

其中各参数值见下表

参赛队伍#2191

回归方程各参数值表

R-squared	0.972955	Mean dependent var	2.847833
Adjusted R-squared	0.971265	S.D dependent var	0.39455
S.E of regression	0.066882	Akaike info criterion	-2.46734
Sum squared resid	0.071571	Schwarz criterion	-2.36841
Log likelihood	24.20606	F-statistic	575.6115
Dubin-Watson stat	0.187908	Prob(F-statistic)	0

方程二的 DW 检验值都很低,说明回归残差序列存在着较严重的一阶自相关。为了辨明方程中各变量之间是否存在长期稳定关系,还要进行回归残差的 ADF 稳定性检验。检验结果如残差 ADF 单根检验结果表所示。

残差 ADF 单根检验结果表

Augmented Dickey-Fuller Test			
		t-statistic	
		eC	eT
Augmented Dickey-Fuller Test Statistic		-2.201382	-2.674159
Test Critical Values	1% level	-2.717511	2.717511
	5% level	-1.964418	-1.964418
	10% level	1.605603	-1.605603

方程二的回归残差序列的 ADF 检验值为-2.201382,小于 5%显著水平下的临界值-1.964418,所以拒绝序列存在单位根的原假设,残差序列是稳定的。由此可知,汽车保有量与经济的发展存在着长期的均衡关系。即,2007 年至 2011 年期间,我国民用汽车的数量是与 GDP 协调发展的,并按照方程二的约束发展着。

### 模型 3: 货运需求与经济发展关系的协整分析

#### (1) 公路通达度(公路里程)

公路货物运输需求会受到公路通达程度的影响,公路里程越长,公路网越密,公路的通达程度越高,公路货运运输所需要的公路基本设施越完善。因此,本文采用公路里程表来代表公路的通达程度,简称为 RK,它与公路货物运输需求应该是正相关的关系。

#### (2) 运输能力(营运货车的吨位数)

公路货物运输需求也会受到车辆吨位数的影响,通常,车辆的吨位数越大,公路货物运输的能力越强。因此,本研究采用营运货车的吨位数来反映公路货物运输能力,简称为 TT,它与货运需求应该是正相关的关系。

#### (3) 货运价格(燃料进购价格指数)

公路货物运输价格由多方面因素决定,而燃油价格直接影响货运价格。因此,本文



参赛队号#2191

采用燃料进购价格指数(简称为P)作为价格因素对货运需求的影响,燃料价格的变动将直接影响到公路货物运输运价水平,它和公路货物运输需求应该是负相关关系。

由以上叙述建立了以货物周转量表示的货运需求的双对数线性模型,模型中解释变量的系数 $\eta_i$ 就是偏弹性,即

$$\eta_i = \frac{\partial \ln(y)}{\partial \ln(x_i)} = \frac{\frac{\partial y}{y}}{\frac{\partial x_i}{x_i}} \quad (\text{方程三})$$

它度量了在其他变量保持不变的条件下,解释变量x,对因变量y的弹性影响。以货物周转量表示的货运需求的双对数模型形式如下:

$$LLTKM = \beta_0 + \beta_1 LGDP + \beta_2 LRK + \beta_3 LTT - \beta_4 LP + \varepsilon_t$$

式中:TKM:表示货运周转量;GDP:表示工业生产总产值指数;TT:表示营运货车吨位数;P:表示燃料价格进购指数;L:表示自然对数。

各影响因素年度数据的绝对值

年份	货运周转量 (万吨公里)	地区生 产总值 (万元)	燃料进购 价格指数	公路里程 (万公里)	营运货车 吨位(万吨)
	LTKM	GDP	P	PK	TT
2007	6129.4	99214.55	115.4	24.98	16.67
2008	6330.4	109655.17	100.2	24.89	17.34
2009	6782.5	120332.69	100.1	27.65	18.09
2010	7099.5	135822.76	107.4	28.09	19.41
2011	7840.9	159878.34	109.7	24.8	23.39

#### (4) 协整关系检验

用Johansen法进行协整检验之前,要先确定VAR模型的滞后期间,经SCHWARZ信息标准法确定出VAR的最佳滞后数为1,故用Johansen方法时将滞后期间定为1是合理的,其检验结果如下表所示:

对数 Johansen 检验结果

Sample(adjusted):2007-2011				
trend assumption:Liner deterministic trend				
Lags interval(in first differences):1 to 1				
Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized No. ofCE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5% CriticalValue	Probs**
None**	0.95819	187.0881	95.75366	0
At most 1*	0.66226	95.0244	69.81889	0.0001
At most 2*	0.58132	63.54552	47.85613	0.0009

参赛队号#2191

At most 3*	0.495579	39.3574	29.79707	0.0041
At most 4*	0.45485	18.47179	15.49471	0.0173
At most 5*	0.029546	0.87733	3.841466	0.3489
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	5% Critical Value	Prob s**
None**	0.95819	92.06368	40.07757	0
At most 1*	0.66226	31.47888	33.87687	0.0941

由上表可知，无论是最大特征值检验还是特征值轨迹检验都表明：所检验的这五个时间序列 LTKM、LGDP、LP、LRK、LTT 之间存在着至少五个协整关系，即长期均衡关系。

对协整向量做标准化处理后，标准化协整系数见下表：

LPKM	GDP	LP	LRK	LTT	C
1	0.096112	-0.013933	0.002633	0.015355	-0.076562

令 ECM=0，则方程为：

$$LTKM_{t-1} = 0.0961LGDP_{t-1} - 0.0139LP_{t-1} + 0.0026LRK_{t-1} + 0.0153LTT_{t-1} - 0.0765$$

（方程四）

方程四中各回归系数的符号与建模时设定的符号一致，这证实了所建立的理论模型的正确性，说明理论模型反映了国民经济与公路货物运输各变量之间的长期均衡规律。由于各变量是对数形式，这些值也就反映了各变量的长期弹性。

## § 5 模型的优缺点

### 1. 模型优点

- ① 考虑了该省各城市间的差异，分析了随着生产力水平的提高，客货运输对 GDP 影响的变化趋势。
- ② 产业协整分析科学系统的评价了交通建设对 GDP 的影响力。
- ③ 聚类分析法很好的比较了各个部门对 GDP 影响差异及城市间的差异，为调查项目的修改提供了方向。

### 2. 模型缺点：

- ① 虽然聚类分析法很好的将定量与定性相结合，也通过了一致性检，但难以避免主观性的影响，对模型的评价精度存在一定影响。
- ② 舍弃了一些调查项目，对数据的挖掘仍有待进一步加强。

## § 6 模型的优化

本文模型 1、模型 2、模型 3 是通过 2007 年至 2011 年间的货运密度、生产总值标准差、货物运输增长弹性系数来反映公路运输投资分配，但由于没考虑到政策、时间的长

参赛队号#2191

远性影响。故此，我们应加入政策影响系数。

## § 7 模型的推广

- 1、模型可以用于研究每一年其它行业或者是一个公司对 GDP 的影响及在 GDP 中所占份额。
- 2、模型可用于统计调查，利用收集来的数据进行量化分析，综合分析，剔除影响不显著因素，得到更优的调查结果等各个方面。
- 3、在为各部门提供相关数据、对水质进行评价、对生产产品进行质量分级等方面同样也可以运用到我们的模型。

## § 8 参考文献

- [1] 中国工具书网络出版总库：<http://gongjushu.cnki.net/refbook/default.aspx>;
- [2] 李子奈，潘文卿. 计量经济学[M]. 北京：高等教育出版社2010.3 第三版；
- [3] 高鸿业. 西方经济学（宏观部分）第五版[M]. 北京：中国人民大学出版社，2011.1 第五版；
- [4] 张圣勤. MATLAB7.0 实用教程[M]. 北京：机械工业出版社，2006.3 第一版。
- [5] 李伟，交通运输投资与经济增长关系的研究，天津大学硕士学位论文
- [6] 汪传旭，交通运输业对国民经济贡献的衡量方法，中国公路学报，第 17 卷 第 1 期 1, 2004 年 1 月
- [7] 汪晓银等，《数学建模与数学实验》，北京：科学出版社，2010，P2 63 -2 67
- [8] 李学文等，《数学建模优秀论文》，北京：清华大学出版社，2011，P1-19
- [9] 司守奎等，《数学建模算法与应用》，北京：国防工业出版社，2011 P2 00 -2 01
- [10] 史峰等，《MATLAB 智能算法：30 个案例分析》，北京：北京航空航天大学出版社，2011，P269-289

附表一：

计算每个城市标准量的程序

```
#include<stdio.h>
#include<math.h>
void main()
{
    double i=1,n,m,w;
    double x=1238556;
    double s=0;
    printf("请输入该市的县城数");
    scanf("%lf",&n);

    for(;i<=n;i++)
    {
        printf("请输入该县城的生产总值");
        scanf("%lf",&m);
        s=s+((m-x)*(m-x));
    }
}
```

参赛队20#2191

```
printf("%lf", s);  
w=sqrt(s/n);  
printf("该市的生产总值平均偏差为%lf", w);  
printf("\n");  
}
```

数学中国提供 (www.madio.net)