

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)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：1560

参赛队员（签名）：

队员 1：司捷

队员 2：楼靓

队员 3：王兴

参赛队教练员（签名）： 朱家明

参赛队伍组别： 本科组

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）：#1560

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 公路运输业对于国内生产总值的影响分析模型

关 键 词 公路运输业；感应度系数；影响力系数；多元回归分析法；Matlab；Eviews；灵敏度分析

摘 要

本文针对公路运输业对 GDP 影响的问题，综合利用了数形结合、多元统计、离散分析、回归分析、灵敏度分析方法分别构建了 GDP 比例预测、感应度系数、影响力系数、多元非回归等模型，使用 Excel、Matlab、Eviews 软件，得出了公路运输业于直接贡献、波及效果、对于相关行业的直接消费和创造就业机会四个方面对 GDP 的贡献结果。并从划分更精确的调查模块、分析每项抽取模块的影响显著性两个方面，对原有的调查项目进行精确调整，提高了模型精度。最后，将模型结果和实际相结合，对模型的深层次推广提出了自己的意见。

问题一要求求出所给省各城市客货运输对 GDP 的直接贡献、对于相关行业的直接消费和创造就业机会三方面的数值，并求出以上三方面占客货运输的百分比来评估各市对 GDP 的影响。由 Excel 作表和 Matlab 作图可看出各市三方面对 GDP 的影响。客货运输对 GDP 直接贡献影响率约是 20.3670%，对于相关行业直接消费对 GDP 影响率约是 79.6400%。

问题二要求以原题所附表2中的数据作为研究对象，来研究公路建筑业和交通运输及仓储业的波及效果。由该表得到矩阵，建立了决定波及效果的感应度系数模型和影响力系数模型。运用Matlab求解，得到交通运输及仓储业的感应度系数为5.3906，公路建筑业的影响力系数为1.0000，交通运输及仓储业的影响力系数为1.0000。

针对问题三，引入2012年该省客货运输引起GDP的增长和2012年公路运输对GDP的影响概念。结合问题一中客货运输对GDP的影响，通过原题所附表2分析客货运输占公路运输的百分比，得到2012年公路运输对GDP的影响数值。再利用上表求得2007年该省GDP总值，根据我国每年GDP的增长率推算出该省2012年的GDP。从而得到2012年公路运输对该省GDP的贡献占该省GDP的比例，约为2.42%。

针对问题四，将直接贡献表中每个调查项作为自变量，直接贡献对GDP的影响作为因变量；再将相关行业的直接消费表中每个调查项作为自变量，相关行业的直接消费作为因变量，建立多元回归模型，利用Eviews求解，得出每一项的影响显著性。根据图形得出只有前两个因素对模型有显著影响，直接贡献的可决系数为0.9965，相关行业的可决系数为0.9992。这在一定程度上提高了模型的精度。

针对问题五，本文综合以上模型，结合实际，提出了对原有的调查项目合理的分类和删除，如将原创造就业机会中驾驶员项改进为驾驶员工资项，删除对计算GDP无影响调查项等。这又进一步提高了模型的精度。

本文最后还对模型进行了误差分析，利用Matlab对问题三中的该省年均GDP增长率进行了灵敏度分析。最后，把以07年到12年的全国GDP增长率应用到该省的不确定因素考虑进来，将公路运输业对GDP的波及效果模型进行了改进；并从地方到全国、从运输业相关于其他产业和建模方法方面对模型做出了推广。整体思路清晰，切入点独到，分析全面，特色鲜明。

参赛队号：#1560

所选题目：C 题

参赛密码 _____
(由组委会填写)

英文摘要（选填）

Abstract

This article aims at the growth of GDP because of Road Transportation uses multiply a lot of method such as combination of number and shape, multivariate statistics, scatter analysis, regression analysis, sensitivity analysis and sets proportional prediction model. The sensitivity coefficient model, influence coefficient model and multiple regression model etc. We can get highway transportation's contribution to GDP in direct contribution, spread effect, direct consumption related industries and creation of employment opportunities. And we adjust the original investigation project from the investigation of classified investigation and analysis of a significant influence in order to improve the model accuracy. Finally, we put forward our own opinions about deep extension of models according to model results and the actual.

Question one requires the value of three aspects, which are passenger and freight transport direct contribution to GDP, direct consumption related industries and numerical job creation in this province. According to the percentage of passenger and freight transport about three aspects, we can assess every city's contribution to GDP. By using Excel and Matlab, we can observe every city's contribution to GDP. The proportion of passenger and freight transport direct contribution is 20.3570%, The proportion of direct consumption related industries is 79.6400%.

Question two requires study spread effect of Highway construction and transportation and warehousing industry according to the original title of the schedule 2. We can get array, set sensitivity coefficient model and influence coefficient model that decide spread effect. By using Matlab, the sensitivity coefficient of transportation and warehousing industry is 5.3906, the influence coefficient of transportation and warehousing industry is 1.0000.

In question three, through the original title of the schedule 2, analyze percentage of road transport of passenger and freight transport. Get numerical highway transportation effect on GDP in 2012 through effect of passenger and freight transport of GDP that consists in question one. Then get GDP of the province in 2007 by the original title of the schedule 2. According to China's annual GDP growth rate, we reckon GDP of the province in 2012. Get the province highway transportation of GDP of the province accounted for the proportion of GDP contribution in 2012. The proportion is about 2.42%.

For question four, regard each investigation of direct contribution as variables table. Regard direct contribution of GDP as the dependent variable. Regard each investigation in related industries table consumption directly as variables table. Regard direct consumer related industries as the dependent variable. We can set multiple regression models and use Eviews. Then we get effect of every significant. And we know only the former two factors have significant effect on the model according to the graph. The coefficient of determination of direct contribution is 0.9965, the coefficient of determination of related industries is 0.9992. It improved the accuracy of the model in a certain extent.

For question five, this article points out that the original investigation project can be classified and deleted reasonably. For example, The pilot in original create employment opportunities becomes wage a driver, delete survey items that doesn't affect calculation of GDP. It improved the accuracy of the model in a certain extent, too.

The model error is analyzed in this article. The annual GDP growth rate of the province that consist in question three are sensitivity analysis by using Matlab. Finally, we think about the uncertain factors about that taking 2007 to 2012 years of the country's GDP growth rate is applied to in the province. So we improve spread effect model about road transport industry's contribution to GDP. From local to national, from the transport industry on other industries and modeling methods, we make extension of the model. The article is clear, And The starting point is original. The article has comprehensive analysis and distinctive features.

Keyword: highway transport industry, sensitivity coefficient, Influence coefficient, multivariate regression analysis method, Matlab, sensitivity analysis.

§ 1 问题的重述

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。

3. 公路运输业对于 GDP 的影响方面:

(1)直接贡献: 公路运输业带动 GDP 的直接组成因素, 如: 修路的材料费, 汽车的过路费以及汽车运输所得收入;

(2)波及效果: 产业波及是指国民经济产业体系中, 当某一产业部门发生变化, 这一变化会沿着同的产业关联方式, 引起与其直接相关的产业部门的变化, 并且这些相关产业部门的变化又会导致与其直接相关的其它产业部门的变化, 依此传递, 影响力逐渐减弱, 这一过程就是波及。这种波及对国民经济产业体系的影响, 就是产业波及效果。

(3)对于相关行业的直接消费: 公路运输业会带动其他产业的兴起, 如: 汽车制造业; 餐饮业, 路边旅店以及加油站等, 这都是相关行业的直接消费, 对拉动 GDP 有不可忽视的作用。

(4)创造就业机会: 不仅仅是交通建设的过程需要大量的劳动力, 创造就业机会, 对于(3)中的相关行业的兴起也会创造大量的, 各式各样的就业机会。

考虑到时间性, 本文仅就交通建设, 客货运输对公路运输业对于国内生产总值的影响进行定量评估, 为此, 我们有以下各相关数据:

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)。

三、要解决的问题

1. **问题一:** 根据 2012 年公路运输调查数据, 分析客货运输对国内生产总值 (GDP) 的直接贡献, 对于相关行业的直接消费, 创造就业机会三个方面的影响, 定量评估该省客货运输对该省 GDP 的影响。

2. **问题二:** 根据 2007 公路建筑业投入产出表, 分析交通建设, 客货运输对国内生产总值 (GDP) 的波及效果, 定量评估该省客货运输对该省 GDP 的影响。

3. **问题三:** 综合问题一、二的结论, 并通过建模分析各省每年 GDP 均值预测 2012 年该省 GDP, 从而分析该省公路运输业对于该省 GDP 的影响。

4. **问题四:** 考虑所获得数据的情况, 和我们抽取数据时的不精确的因素, 我们对已抽取的收据再计算其GDP的影响, 通过调整调查项, 来提高精度。

5. **问题五:** 原调查表中所给的调查项目有些需要分类, 有些利用不上的调查项需要删除, 这样的调整可以很大程度地提高模型的精度。

§ 2 问题的分析

一、问题的总分析

公路运输对 GDP 的影响涉及到交通建设和客货运输两个阶段的贡献，且公路运输对直接贡献、波及效果、相关行业的直接消费和创造就业机会等各方面都会产生影响。该省已经通过真实调查获得了一系列的真实数据，我们可以观察、分析、总结这些数据初步得出客货运输对国内生产总值（GDP）的直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面的影响，再通过筛选得到三者的具体分类，分别制表，计算出三者所占的准确比例。由于附表给出 2007 年公路建筑投入产出表，我们可以用通过分析和用 MATLAB 计算公路运输业的感受度系数和影响力系数来比较准确的得到公路运输业对 GDP 的波及效应。但考虑到数据不全、只有两年但影响国民生产总值因素太广等因素，本文仅就附录 1 和附录 2 的数据角度，运用定量分析法结合四个方面来评估该省公路运输业对于 GDP 的影响。且由于分类不精确以及数据抽取不客观等原因，我们在分析该省公路运输业对 GDP 的影响时，所建立模型难免有不合理之处，在后期我们运用 EViews 综合求出各抽取元素对 GDP 影响的大小，且在分析三个影响因素时，已考虑到创造就业机会因素的数据不完善，我们将依照这两方面对已有调查项目进行调整，从而达到提高模型精度的效果。

二、对具体问题的分析

考虑到公路运输业分为交通建设、客货运输两方面，且对 GDP 的影响有：直接贡献，波及效果，对于相关行业的直接消费和创造就业机会四个因素。且该省公路运输业对 GDP 总影响是由这四个因素加总所得，通过分析四大因素的百分比的比例，反映公路运输业对 GDP 的影响。

1. 对问题一的分析

问题要求根据 2012 年公路运输调查数据，分析客货运输对国内生产总值（GDP）的直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面的影响，定量评估该省客货运输对该省 GDP 的影响。我们将其数据进行整理，分为三大模块，并分别求和。分别为：直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会。再通过 2007 公路建筑业投入产出表和历年我国 GDP 增长率，推出 2012 年该省 GDP，再通过计算三者所占百分比分析，估该省客货运输对该省 GDP 的影响。

2. 对问题二的分析

问题要求根据 2007 公路建筑业投入产出表，分析交通建设，客货运输对国内生产总值（GDP）的波及效果，定量评估该省客货运输对该省 GDP 的影响。通过 MATLAB 运用逆阵系数法，在投入产出表中抽取相关数据，通过计算交通运输和公路建筑业的感应度系数和影响力系数来综合评判其波及效果。

3. 对问题三的分析

问题三要求综合问题一、二的结论，并通过建模分析各省每年 GDP 均值预测 2012 年该省 GDP，从而分析该省公路运输业对于该省 GDP 的影响。对直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面和波及效果的因素的综合分析，运用经济知识，我们将两者的作用相加，可建立相应的综合评价模型，用以描述该省公路运输业对于 GDP 的影响。

4. 对问题四的分析

在问题一中我们已分析客货运输对国内生产总值（GDP）的直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面的影响。但我们不能确定调查表中的每项数据是否对这三个方面都有着十分显著的影响。所以我们分析了直接贡献中各项的对其的影

响，根据所得数据考虑适当删除调查问卷中的某些影响不大的因素，从而提高模型的精度。对于相关行业的直接消费我们也用了同样的处理方法。

5. 对问题五的分析

由于公路运输业是在四个方面对GDP进行贡献，而调查项目中对四个方面并没有明确的划分，使得在求解过程中，四个方面的贡献率不精确，尤其是促进就业人数的这一方面数据明显偏少，所以我们接下来对调查项目进行更明确的划分和调查，删除一些利用不上的数据，才能准确得到四个方面对GDP的贡献率。

§ 3 模型的假设

1. 2007年到2012年该省的GDP增长速率和全国的GDP增长速率一致；
2. 直接贡献因素中包括：汽车数量，年运输收入，运输所得报酬，过桥费，过路费，车辆折旧费，罚没款支出，承包租赁交费；
3. 对于相关行业的直接消费因素中包括：途中餐饮花销，途中其他花销，更换润滑油，滤清剂的费用，更换轮胎费用，机械故障，更换零件费用，正常保养费，特殊原因费，途中通讯费，车辆保险费，备用零部件费；
4. 创造就业机会的因素只有驾驶人数这个方面；
5. 我们只考虑所给的两组数据中，运输业对GDP的影响。

§ 4 名词解释与符号说明

一、名词解释

1. **百分比**：指一个地区的某影响因素产生的GDP占GDP比值大小。
2. **直接消耗系数**：指某一产品部门（如 j 部门）在生产经营过程中单位总产出直接消耗的各产品部门（如 i 部门）的产品或服务的数量。
3. **完全消耗系数**：指某一部门每提供一个单位的最终产品，需要直接和间接消耗（即完全消耗）各部门的产品或服务数量。
4. **感应度系数**：指国民经济各部门每增加一个单位最终使用时，某一部门由此而受到的需求感应程度，也就是需要该部门为其他部门生产而提供的产出量。
5. **影响力系数**：指国民经济某一个产品部门增加一个单位最终产品时，对国民经济各部门所产生的生产需求波及程度。
6. **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。

二、符号说明

序号	符号	符号说明
1	α_i	第 i 种影响因素的影响率
2	x_i	第 i 种影响因素产生的GDP
3	B	直接消耗系数矩阵
4	C	完全消耗系数矩阵
5	E	与 B ， C 维数相同的单位矩阵
6	M	附录2的2007公路建筑业投入产出表(43部门)第一象限中除去最后一行，最后一列的方形矩阵
7	S	感应度系数
8	R	影响力系数

9	A	2012年该省客货运输引起GDP的增长
10	p	客货运输所占比例
11	β_i	每一项的系数
12	Q_i	直接贡献中每一项
13	V_i	相关行业的直接消费中每一项
14	μ	多元回归模型中的误差项
15	R^2	可决系数
16	F	F统计量
17	$D.W.$	D-W统计量

§ 5 模型的建立与求解

一、问题一的分析与求解

1. 对问题的分析

根据2012年公路运输调查数据，分析客货运输对国内生产总值（GDP）的直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面的影响，定量评估该省客货运输对该省GDP的影响。为了便于说明客货运输对该省GDP的影响，消除量纲因素，我们引入百分比的概念。

定义1 百分比，指一个地区的某影响因素产生的GDP占GDP比值大小。设 α_i 表示第 i ($i = 1, 2, 3$) 种影响因素的影响率，例如，第 i 影响因素为：

$$\alpha_i = \frac{x_i}{GDP(2012)}$$

其中 x_i 表示第 i 种影响因素产生的GDP，用 $GDP(2012)$ 表示2012年的国内生产总值（GDP）。

2. 对问题的求解

模型 I 各城市客货运输对GDP直接贡献影响模型

①**建模思路：**在对问题分析基础上，我们将建模思路通过流程图表示如图 1。



图 1 各城市客运

②各城市货运对GDP直接贡献影响图表

表1 各城市货运对GDP的直接贡献影响

城市编号	运输所得报酬（元）	过路费、过桥费（元）	车辆折旧费（元）	罚没款支出（元）	承包租赁交费（元）	货运对 GDP 直接贡献
1	1891300	1772592	1536000	507450	49800	5757142
2	4823700	2597896.5	993700	214000	150865	8780161.5
3	8870000	3965650	2603500	241000	0	15680150
4	48049300	7318972.18	3278100	2542500	105115	61293987.18
5	3247900	560725.5	304470	249400	0	4362495.5
6	7680000	1150410	2070000	305300	950000	12155710
7	7441410	15742583	3580150	1010057	274000	28048200
8	52622150	53252635.4	32494273	10886340	810411	150065809.4
9	13587800	5935993	5564150	3305601	15	28393559
22	942600	859758.6	336370	262250	0	2400978.6
25	13455200	4525766.644	983500	736700	25000	19726166.64
29	10724760	4783638	294300	966750	0	16769448

表2 各城市客运对GDP直接贡献影响

城市编号	运输所得报酬（元）	过路费、过桥费（元）	车辆折旧费（元）	罚没款支出（元）	承包租赁交费（元）	客运对 GDP 直接贡献
1	1865000	6692960.8	1268816	66860	548720	10442357
2	11711000	2217274	3638600	950800	3365700	21883374
3	740000	4597910	2102250	101000	120000	7661160
4	25229235	16862500	9456905	321212	3166245	55036097
5	2084000	894510	546439	35820	924000	4484769
6	4976000	253700	30000	45400	1014000	6319100
7	9331369	3117048.046	3279813	480850	4048200	20257280
8	9331369	3165048.046	3379813	580850	2200648	18657728
9	2643000	91490.9	693300	52500	20000	3500290.9
22	3293620	320610.4	581079	31880	634200	4861389.4
25	1162100	3453901.862	505000	1300	3994308	9116609.9
29	958700	222130	0	8500	142400	1331730

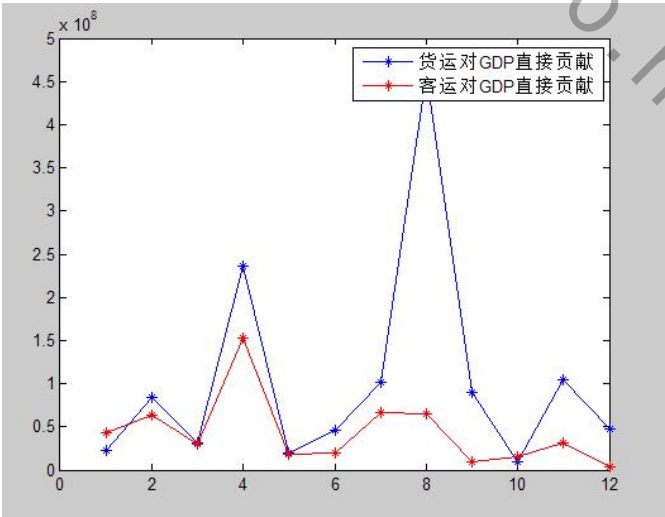


图2 各城市客货运输对GDP直接贡献影响

分析：由各城市客货运输对GDP直接贡献影响图表中可看出城市4, 8货运，城市4客运对该省的GDP直接贡献的影响比较大。

设 a_i 为各市载货汽车对GDP的直接贡献； b_i 为各市客运汽车对GDP的直接贡献； d_i 为各市载货汽车对相关行业的直接消费的GDP影响； e_i 为各市客运汽车对相关行业的直接消费的GDP影响；

$$GDP(2012) = \sum_{i=1}^{12} (a_i + b_i + d_i + e_i)$$

利用表中所得数据可得GDP（2012）=18336089369

$$\text{各城市客货运输对GDP直接贡献影响} = \sum_{i=1}^{12} (a_i + b_i)$$

$$\alpha_1 = \frac{\text{各城市客货运输对GDP直接贡献影响}}{GDP(2012)} = \frac{3733222047}{18336089369} = 0.203599687$$

模型 II 各城市客货运输关于相关行业直接消费对GDP影响模型

①建模思路：在对问题分析基础上，我们将建模思路通过流程图表示如图 3。



图 4 各城市客货运输关于相关行业直接消费对 GDP 影响流程

②各城市客货运输关于相关行业直接消费对GDP影响图表

各城市客货运输关于相关行业直接消费对GDP影响表3, 4见附录

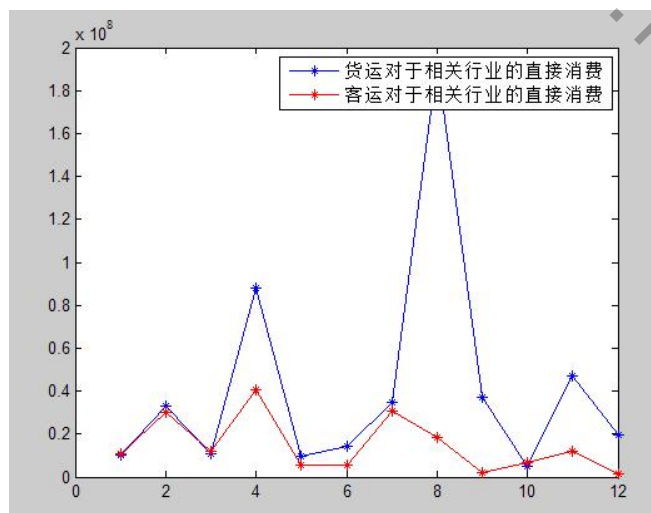


图5 各城市客货运输关于相关行业直接消费对GDP影响

分析：由各城市客货运输关于相关行业直接消费对GDP影响图表中可看出城市4, 8货运，城市4, 7客运对该省的GDP直接贡献的影响比较大。

$$\text{各城市客货运输关于相关行业直接消费对GDP影响} = \sum_{i=1}^{12} (d_i + e_i)$$

$$\alpha_2 = \frac{\text{各城市客货运输关于相关行业直接消费对GDP影响}}{\text{GDP (2012)}} = \frac{14602867321}{18336089369} = 0.796400313$$

由模型 I 和模型 II 的客货运输图可以看出货运对GDP影响比客运的大。

模型III 各城市客货运输通过创造就业机会对GDP影响模型

① 各城市客运输通过创造就业机会对GDP影响表

表5 各城市货运通过创造就业机会对GDP影响

城市编号	载货汽车	驾驶人数 (人)	平均一辆货车的驾驶人数
1	71	86	1.211267606
2	165	187	1.133333333
3	76	79	1.039473684
4	494	671	1.358299595
5	107	154	1.439252336
6	119	128	1.075630252
7	411	436	1.060827251
8	755	958	1.268874172
9	153	286	1.869281046
22	67	79	1.179104478
25	233	288	1.236051502
29	77	94	1.220779221

表6 各城市客运通过创造就业机会对GDP影响

城市编号	载客汽车	驾驶人数 (人)	平均一辆客运车的驾驶员
1	27	33	1.222222222
2	68	147	2.161764706
3	33	36	1.090909091
4	116	151	1.301724138
5	42	53	1.261904762
6	38	61	1.605263158
7	292	367	1.256849315
8	36	50	1.388888889
9	42	44	1.047619048
22	43	45	1.046511628
25	57	106	1.859649123
29	6	6	1

②各城市客货运输通过创造就业机会对GDP影响图

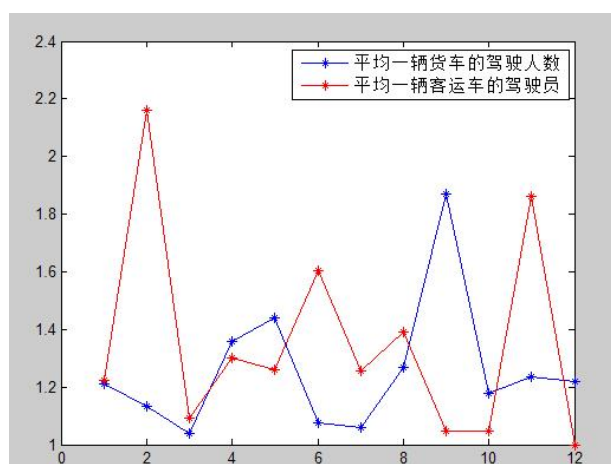


图6 各城市客货运输通过创造就业机会对GDP影响

分析：由各城市客货运输通过创造就业机会对GDP影响图表可以看出城市2, 25可以提供的客车驾驶人数的弹性比较高，城市9可以提供的货车的驾驶人数弹性比较高。

二、问题二的分析与求解

1. 对问题的分析

问题要求我们根据 2007 公路建筑业投入产出表，分析交通建设，客货运输对国内生产总值（GDP）的波及效果，定量评估该省客货运输对该省 GDP 的影响。

定义 2 直接消耗系数是指某一产品部门（如 j 部门）在生产经营过程中单位总产出直接消耗的各产品部门（如 i 部门）的产品或服务的数量。其计算方法是依据投入产出表的数据，用 j 产品部门的总投入（ x_j ）去除该部门生产经营中所直接耗的第 i 产品部门的产品或服务的数量 x_{ij} 。其计算公式为：

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}$$

由直接消耗系数 a_{ij} 构成的 $n \times n$ 的矩阵 A ，称为直接消耗系数矩阵。矩阵 A 反映了投入产出表中各产业部门间技术经济联系和产品之间的技术经济联系^[1]。

定义 3 完全消耗系数是指某一部门每提供一个单位的最终产品，需要直接和间接消耗（即完全消耗）各部门的产品或服务数量。完全消耗系数是全部直接消耗系数和全部间接消耗系数之和。完全消耗系数揭示了部门之间的直接和间接的联系，它更全面更深刻地反映部门之间相互依存的数量关系。计算公式为：

$$C = (E - A)^{-1} - E$$

式中的 A 为直接消耗系数矩阵， E 为单位矩阵， C 为完全消耗系数矩阵。

定义 4 感应度系数是指国民经济各部门每增加一个单位最终使用时，某一部门由此而受到的需求感应程度，也就是需要该部门为其他部门生产而提供的产出量。系数大说明该部门对经济发展的需求感应程度强，反之，则表示对经济发展需求感应程度弱。感应度系数计算公式为：

$$\text{某产业的感应度} = \frac{\text{该产业横行逆阵系数的平均值}}{\text{全部产业横行系数的平均值的平均值}}$$

某产业的感应度系数若大于 1 或小于 1，表明该产业的感应度在全部产业中居于平均水平以上或以下。感应度系数若等于 1，表明该产业的感应度在全部产业中居于平均水平。

定义 5 影响力系数是指国民经济某一个产品部门增加一个单位最终产品时，对国民经济各部门所产生的生产需求波及程度。影响力系数越大，该部门对其他部门的拉动作用也越大。影响力系数的计算公式为

$$\text{某产业的影响力系数} = \frac{\text{该产业纵列逆阵系数的平均值}}{\text{全部产业纵列逆阵系数平均值的平均}}$$

某产业的影响力系数若大于 1 或小于 1，表明该产业的影响力在全部产业中居于平均水平以上或以下。影响力系数若等于 1，表明该产业的影响力在全部产业中居于平均水平。

2. 对问题的求解

模型Ⅳ 短期经济影响度模型

(1)模型的准备

①问题思路：针对问题分析，将建模思路以流程图形式展现出来（见图 9）。

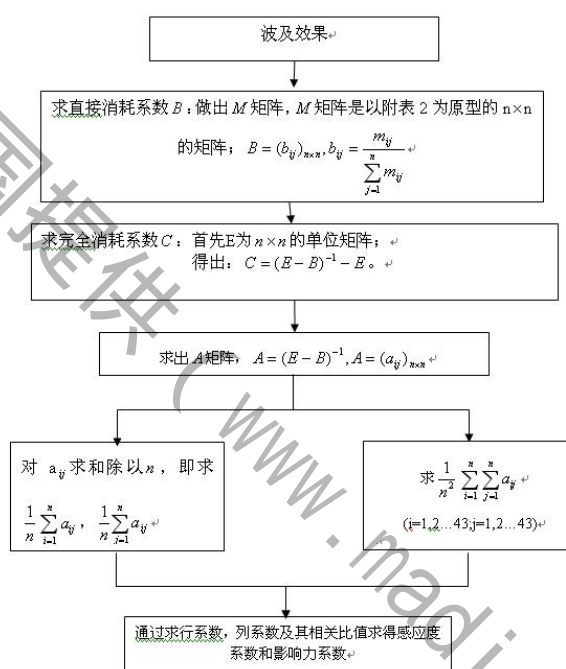


图7 波及效果流程

(2)模型的建立

波及的程度由感应度系数（S）和影响力系数用（R）来显现，波及效应主要体现在当某一产业部门发生变化，这一变化会沿着同的产业关联方式，引起与其直接相关的产业部门的变化，故此时可用公路运输业对应的数据，和投入产出表中的第一象限的值进行求解公路建筑业和交通运输及仓储业对GDP的波及效果，即为公路运输业对GDP的波及效果。

①由感应度系数的公式为：

$$\text{某产业的感应度系数} = \frac{\text{该产业横行逆阵系数的平均值}}{\text{全部产业横行系数的平均值的平均}},$$

我们得到第一个模型：

$$\text{感应度系数: } S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}};$$

②由影响力系数的公式为：

$$\text{某产业的影响力系数} = \frac{\text{该产业纵列逆阵系数的平均值}}{\text{全部产业纵列系数的平均值的平均}}$$

我们得到第二个模型：

$$\text{影响力系数, } R = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}};$$

$$\text{其中: } \begin{cases} A = (E - B)^{-1}, A = (a_{ij})_{n \times n} \\ B = (b_{ij})_{n \times n}, b_{ij} = \frac{m_{ij}}{m_j} \\ M = (m_{ij})_{n \times n}, C = A - E \end{cases},$$

这里的,

B ：直接消耗系数

C ：完全消耗系数；

E ：与 B ， C 维数相同的单位矩阵；

M ：附录2的2007公路建筑业投入产出表(43部门)第一象限中除去最后一行，最后一列的方形矩阵；

(3)模型的求解

表7 根据2007公路建筑业投入产出表第一象限的数据

	农林牧渔业	煤炭开采和洗选业	石油和天然气开采业	金属矿采选业	...	文化、体育和娱乐业	公共管理和社会组织
农林牧渔业	1925594.20	7550.20	0.00	8410.36	...	19531.93	0.00
煤炭开采和洗选业	38165.24	307790.79	1010.71	23720.09	...	0.00	0.00
石油和天然气开采业	876.81	3086.05	35.51	10313.44	...	0.00	0.00
金属矿采选业	0.00	0.00	0.00	1020511.73	...	0.00	0.00
...
文化、体育和娱乐业	0.00	3957.78	252.50	5770.90	...	7524.05	12483.27
公共管理和社会组织	269.57	0.00	0.00	0.00	...	523.49	0.00

可得到：矩阵 $M_{43 \times 43}$ ：

$$M = \begin{pmatrix} 1925594.20 & 7550.20 & 0.00 & \dots & 19531.93 & 0.00 \\ 38165.24 & 307790.79 & 1010.71 & \dots & 0.00 & 0.00 \\ 876.81 & 3086.05 & 35.51 & \dots & 0.00 & 0.00 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.00 & 3957.78 & 252.50 & \dots & 7524.05 & 12483.27 \\ 269.57 & 0.00 & 0.00 & \dots & 523.49 & 0.00 \end{pmatrix}$$

接着通过MATLAB程序^[4]（见附录程序4）得出：

$$\textcircled{1} \text{ 交通运输的感应度系数: } S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} = \frac{1.5988 \times 10^9}{2.9659 \times 10^8} = 5.3906;$$

$$\textcircled{2} \text{ 公路建筑业的影响力系数: } R_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} = \frac{2.9659 \times 10^8}{2.9659 \times 10^8} = 1.0000;$$

$$\textcircled{3} \text{ 交通运输的影响力系数: } R_2 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} = \frac{2.9659 \times 10^8}{2.9659 \times 10^8} = 1.0000。$$

由此可推算出 2012 年公交运输业对 GDP 的波及效用表现为：

- (1) $R_1 = 1$ ，表明公路建筑业的影响力 GDP 的全部行业中处于平均水平；
- (2) $R_2 = 1$ 表明交通运输的影响力 GDP 的全部行业中处于平均水平；
- (3) $S > 1$ ，表明交通运输的感应度在全部影响 GDP 的行业之中在平均水平之上。
- (4) 我们取 A 矩阵部分求解结果：（第 28 行到 31 行和第 1 列到第六列）

$$\begin{pmatrix} \dots & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & \dots \\ 28 & 3.7180 & 3.7180 & 3.7180 & 3.7180 & 3.7080 & 3.7080 & \dots \\ 29 & 0.0219 & 0.0219 & 0.0219 & 0.0219 & 0.0219 & 0.0219 & \dots \\ 30 & 0.0219 & 0.0219 & 0.0219 & 0.0219 & 0.0219 & 0.0219 & \dots \\ 31 & 2.7159 & 2.7159 & 2.7159 & 2.7159 & 2.7159 & 2.7159 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

上表为逆序数表，表中的系数表示产业的波及效果。如：

交通运输最终增长1亿元，直接和间接的波及效果为：交通运输本身增加3.7180亿元，邮政业和信息传输业都增加0.0219亿元，批发和零售增加2.7159亿元。

三、问题三的分析与求解

1. 对问题的分析

问题三要求综合问题一、二的结论，并通过建模分析各省每年GDP均值预测2012年该省GDP，从而分析该省公路运输业对于该省GDP 的影响。对直接贡献，对相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面和波及效果的因素的综合分析，运用经济知识，我们将两者的作用相加，可建立相应的综合评价模型，用以描述该省公路运输业对于GDP 的影响。

定义 6 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。一般来说 GDP 可以用生产法，收入法，支出法来计算。我们在该模型中运用支出法。用支出法求 GDP 的计算公式为 $GDP=C+I+G+(X-M)$ 。在投入产出表中用支出法求 GDP 的公式为：居民消费合计+政府消费合计+固定资本形成总额总计+存货净变化合计+出口合计-进口合计。

定义 7 2012 年该省客货运输引起 GDP 的增长是各市载货汽车对 GDP 的直接贡献，各市客运汽车对 GDP 的直接贡献，各市载货汽车对相关行业的直接消费的 GDP 影响以及各市客运汽车对相关行业的直接消费的 GDP 影响的和。

定义 8 2012 年公路运输对 GDP 的影响是由 2012 年该省客货运输引起 GDP 的增长与客货运输占公路运输对 GDP 影响所占比例的比值求得的。

2. 对问题的求解

模型 V 2012 年公路运输对 GDP 的影响模型

(1)建模的思路 通过问题三的具体分析，我们将建模思路通过流程图表示如图



图8 2012年公路运输对GDP的影响模型

(2)模型的建立

由国内生产总值定义可知，2007 年该省各个部门引起的居民消费 (c_i)，政府消费 (g_i)，资本形成总额 (i_i)，流出 (x_i) 以及流入 (m_i)。该省 2007 年 GDP 总值从而可得第一个关于 GDP 的模型：

$$GDP = C + I + (X - M) = \sum_{i=1}^{43} (c_i + i_i + g_i + x_i - m_i)^{[3]}$$

设 a_i 为各市载货汽车对 GDP 的直接贡献； b_i 为各市客运汽车对 GDP 的直接贡献； d_i 为各市载货汽车对相关行业的直接消费的 GDP 影响； e_i 为各市客运汽车对相关行业的直接消费的 GDP 影响；2012 年该省客货运输引起 GDP 的增长为 A。可得模型

$$A = \sum_{i=1}^{12} (a_i + b_i + d_i + e_i)$$

设交通运输及仓储业从各个部门得到投入为 z_i ，公路建筑业从各个部门得到投入为 y_i 。可得客货运输所占比例的模型

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{43} z_i}{\sum_{i=1}^{43} z_i + \sum_{i=1}^{43} y_i}$$

由此可得出 2012 年公路运输对 GDP 的影响，并得出 2012 年公路运输对 GDP 的影响占该省 GDP 比例

$$\text{2012年公路运输对GDP的影响} = \frac{\text{2012年该省客货运输对GDP的影响}}{\text{客货运输所占比例}} = \frac{A}{p}$$

$$\text{2012年公路运输对GDP的影响占该省GDP比例} = \frac{\text{2012年公路运输对GDP的影响}}{\text{2012年该省GDP}}$$

(3)模型的求解

1. 该省2007年的GDP: (单位: 万元)

$$GDP = C + I + G + (X - M) = \sum_{i=1}^{43} (c_i + i_i + g_i + x_i - m_i) = 62842547.50 \quad (i=1, 2, \dots, 43)$$

通过查得资料知，每年我国 GDP 增长率为：

表 8 每年我国 GDP 增长率

	GDP 平均增长率	
2007	r_1	11.9%
2008	r_2	9.0%
2009	r_3	9.2%
2010	r_4	10.3%
2011	r_5	9.2%

因为是平均的，该省大致服从我国 GDP 的平均增长值，所以可以推出该省 2012 年的 GDP

1. 该省 2012 年的 GDP: (单位: 万元);

$$GDP(2012) = GDP(2007) * (1+r_1) * (1+r_2) * (1+r_3) * (1+r_4) * (1+r_5) \\ = 62842547.50 * 111.9\% * 109.0\% * 109.2\% * 110.3\% * 109.2\% = 100816393.115$$

2. 2012年该省客货运输引起GDP的增长 (单位: 元)

$$A = \sum_{i=1}^{12} (a_i + b_i + d_i + e_i) = 18336089369 \quad i=(1, 2, \dots, 12)$$

3. 且由: $GDP(2012) = GDP(2007) * (1+\bar{r})^5$, (\bar{r} : 07年至12年的年均增长率。)

$$\text{即: } 100816393.115 = 62842547.50 \times (1+\bar{r})^5 \Rightarrow \bar{r} \approx 0.992$$

$$4. p = \frac{\sum_{i=1}^{43} z_i}{\sum_{i=1}^{43} z_i + \sum_{i=1}^{43} y_i} = \frac{5525030.04}{5525030.04 + 1724832.31} = 0.751817773 \quad (i=1, 2, \dots, 43)$$

由此可推算出2012年公路运输对GDP的影响：

(1) 2012 年公路运输对 GDP 的影响（单位：元）

$$= \frac{\text{2012年该省客货运输对GDP的影响}}{\text{客货运输所占比例}} = \frac{A}{p} = \frac{18336089369}{0.75181773} = 24389008980.94$$

(2) 2012 年公路运输对 GDP 的影响占该省 GDP 比例

$$= \frac{\text{2012年公路运输对GDP的影响}}{\text{2012年该省GDP}} = \frac{24389008980.94}{100816393.115 * 10000} = 0.02419151$$

所以2012年公路运输引起该省GDP的增长占该省GDP的比例约为2.42%

四、问题四的分析与求解

1. 对问题的分析

在问题一中我们已分析客货运输对国内生产总值(GDP)的直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面的影响。但我们不能确定调查表中的每项数据是否对直接贡献、相关行业的直接消费、创造就业机会有着十分显著的影响。所以我们分析了直接贡献中各项的对其的影响，根据所得数据考虑适当删除调查问卷中的某些项，从而提高模型的精度。对于相关行业的直接消费我们也用了同样的处理方法。

2. 对问题的求解

(1)模型的准备

具体思路我们以流程图的形式表示如图 9、10：



图 9 客货运输对国内生产总值(GDP)的直接贡献影响的显著性

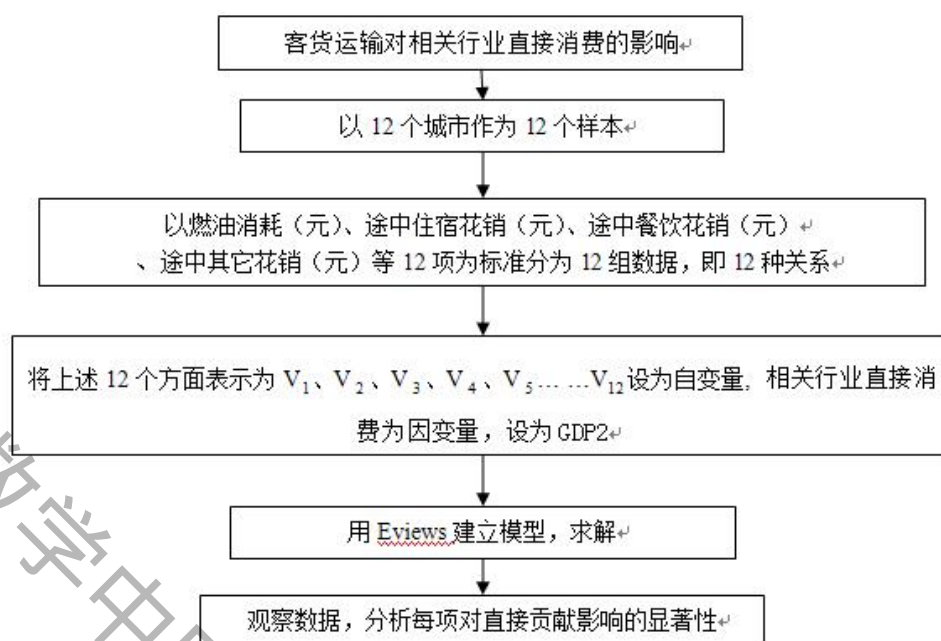


图10 客货运输对于相关行业的直接消费影响的显著性

(2)模型的建立

关于客货运输对国内生产总值（GDP）的直接贡献模型

根据分析，我们假设拟建如下多元回归模型

$$GDP1 = \beta_0 + \beta_1 Q_1 + \beta_2 Q_2 + \beta_3 Q_3 + \beta_4 Q_4 + \beta_5 Q_5 + \beta_6 Q_6 + \mu^{[2]};$$

关于客货运输对相关行业直接消费的影响模型

根据分析，我们假设拟建如下多元回归模型

$$GDP2 = \beta_0 + \beta_1 V_1 + \beta_2 V_2 + \beta_3 V_3 + \cdots + \beta_{12} V_{12} + \mu^{[2]}.$$

(3)模型的求解

客货运输对国内生产总值（GDP）的直接贡献模型

打开 Eviews, 单击 file, 选择 new, 打开 Workfile, 选择 Undated (截面数据)。在 observations 中填写 12, 单击 OK。在 object 中选择 New object, 选择 series. 输入 q1 q2 q3 q4 q5 q6, gdp1。选择 show, Edit。复制粘贴原表中数据。(具体数据见附录附表 3)。

选择 Quick, 输入 gdp1, q1 q2 q3 q4 q5 q6。单击 Graph。在类型中选择 Scatter。在 Axis/Scale 中确定 Bottom 是 gdp1, Left 是 q1 q2 q3 q4 q5 q6。单击确定。

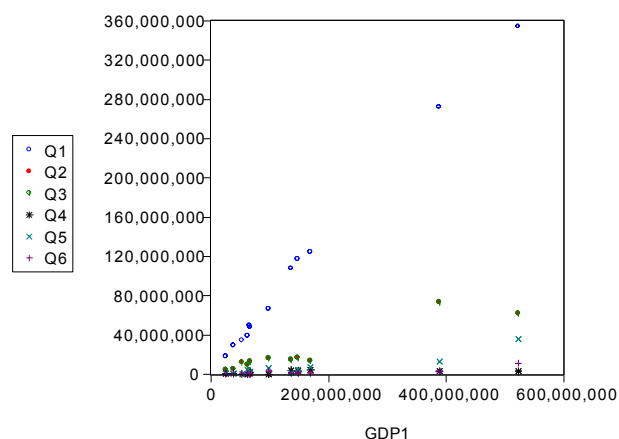


图 11 各项对国内生产总值的（GDP）的直接贡献散点

单击Quick, 选择Estimate Equation在对话框中输入gdp1 c q1 q2。得出如下回归。

Dependent Variable: GDP1				
Method: Least Squares				
Date: 04/13/13 Time: 13:40				
Sample: 1 12				
Included observations: 12				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4998952.	4206482.	-1.188393	0.2651
Q1	1.391518	0.079773	17.44339	0.0000
Q2	0.329449	0.369520	0.891559	0.3958
R-squared	0.996483	Mean dependent var		1.48E+08
Adjusted R-squared	0.995702	S.D. dependent var		1.53E+08
S.E. of regression	10044264.	Akaike info criterion		35.29522
Sum squared resid	9.08E+14	Schwarz criterion		35.41645
Log likelihood	-208.7713	Hannan-Quinn criter.		35.25034
F-statistic	1275.100	Durbin-Watson stat		2.720168
Prob(F-statistic)	0.000000			

图 12 客货运输国内生产总值的（GDP）的直接贡献

根据观察图形我们只取 Q1 和 Q2 来进行回归估计。
得到的回归结果如下：

$$GDP1 = -4998952 + 1.3915Q1 + 0.3295Q2$$

$$R^2 = 0.996483 \quad F = 0.00000 \quad D.W. = 2.720168$$

从回归估计的结果来看，模型拟合较好。可决系数 $R^2 = 0.996483$ ，表明各城市客货运输对 GDP 直接贡献变化的 99.65% 可由年运输收入和运输所得报酬的变化来解释。从斜率项的 t 检验值来看，大于 5% 显著性水平下自由度为 $n-2=10$ 的临界值 $t_{0.025}(10) = 2.228$ 。

由此我们在调查项目的时候要保证年运输收入和运输所得报酬数据的准确性，由于其他相关的调查项目对 GDP 的影响不显著可以不调查。这就实现了对现有的调查项目的调整，提高模型的精度。

客货运输对相关行业直接消费的影响模型

客货运输对相关行业直接消费的影响显著性步骤与客货运输国内生产总值的（GDP）的直接贡献显著性步骤相似。

（具体数据见附录附表 4）

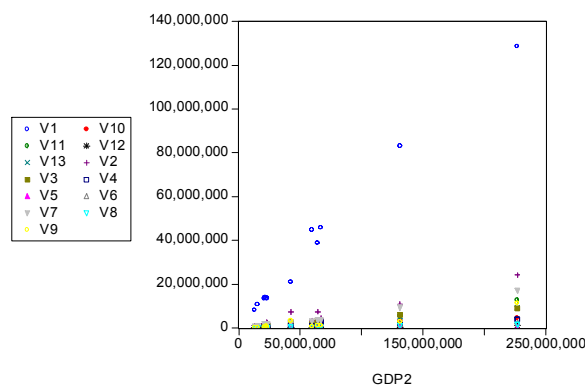


图 12 各项对相关行业直接消费的影响散点

Dependent Variable: GDP2				
Method: Least Squares				
Date: 04/13/13 Time: 14:29				
Sample: 1 12				
Included observations: 12				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1979643.	812036.1	-2.437875	0.0375
V1	1.220457	0.045157	27.02700	0.0000
V2	2.893310	0.250008	11.57286	0.0000
R-squared	0.999221	Mean dependent var		58957812
Adjusted R-squared	0.999048	S.D. dependent var		62664403
S.E. of regression	1933692.	Akaike info criterion		32.00008
Sum squared resid	3.37E+13	Schwarz criterion		32.12131
Log likelihood	-189.0005	Hannan-Quinn criter.		31.95520
F-statistic	5771.536	Durbin-Watson stat		3.020045
Prob(F-statistic)	0.000000			

图 13 客货运输对相关行业直接消费的影响分析

根据观察图形我们只取 V1 和 V2 来进行回归估计。

得到的回归结果如下：

$$GDP2 = -1979643 + 1.2205V1 + 2.8933V2$$

$$R^2 = 0.999221 \quad F = 0.00000 \quad D.W. = 3.020045$$

从回归估计的结果来看，模型拟合较好。可决系数 $R^2 = 0.999221$ ，表明各城市客货运输关于相关行业直接消费对 GDP 影响变化的 99.92% 可由燃油消耗和途中住宿花销的变化来解释。从斜率项的 t 检验值来看，大于 5% 显著性水平下自由度为 $n-2=10$ 的临界值 $t_{0.025}(10) = 2.228$ 。

由此我们在调查项目的时候要保证燃油消耗和途中住宿花销数据的准确性，由于其他相关的调查项目对 GDP 的影响不显著可以不调查。这就实现了对现有的调查项目的调整，提高模型的精度。

五、问题五的分析与求解

1. 对问题的分析

a. 由原题所给的附表一我们可以得出客货运输对国内生产总值 (GDP) 的直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面的影响。这在问题一中已经解决。但我们在问题一中也发现了很明显的问题：客货运输对创造就业机会的影响只在驾驶人数中有所体现。但事实情况并不是这样。比如更换轮胎费用，这里面包含了轮胎成本费用和雇佣人员费用。而雇佣人员必然会对创造就业机会产生影响。所以类似于这样的调查项目我们要将其分类。以提高模型精度；

要调查其不同地区、载货汽车和载客汽车的驾驶员的工资，以总工资计算客货运输对创造就业机会的影响。提高模型精度；

b. 而对于类似“路途堵塞停驶天数 (天)”，“停驶原因 (1、待司机 2、待客货源 3、待燃料 4、维修 5、其他)”这些模型不需利用的调查项目需要删除。

2. 对问题的求解

a. 将原表格中的途中住宿花销 (元) 分为住宿成本与住宿花销人员工资，将途中餐饮花销 (元) 分为餐饮成本与餐饮人员工资，将途中其它花销 (元) 分为其它花销成本与其它花销人员工资，将更换润滑油、滤清、防冻等费用 (元) 分为更换润滑油、滤清、防冻等费用成本与更换润滑油、滤清、防冻等费用人员工资，将更换轮胎费用 (元) 分为更换轮胎费用成本与更换轮胎费用人员工资，将机械故障、更换零部件等花销 (元)

分为机械故障、更换零部件等花销成本与机械故障、更换零部件等花销人员工资，将正常保养费用(元)分为正常保养费用成本与正常保养费用人员工资，将特殊原因费用(元)分为特殊原因费用成本与特殊原因费用人员工资。

将住宿成本、餐饮成本、其他花销成本、更换润滑油、滤清、防冻等费用成本、更换轮胎费用成本、机械故障、更换零部件等花销成本、正常保养费用成本、特殊原因费用成本继续当成客货运输对相关行业直接消费的影响因素。

而将分成的各种人员工资如住宿花销人员工资计入客货运输对创造就业机会的影响。

将不同地区、载货汽车和载客汽车的驾驶员的工资与不同地区、载货汽车和载客汽车的驾驶员的人数相乘。计入客货运输对创造就业机会的影响；

b. 剔除产权形式(1、国有 2、集体 3、个体私营 4、承包租赁)、路途堵塞停驶天数(天)、停驶原因(1、待司机 2、待客货源 3、待燃料 4、维修 5、其他)项。

§ 6 误差分析与灵敏度分析

一、误差分析

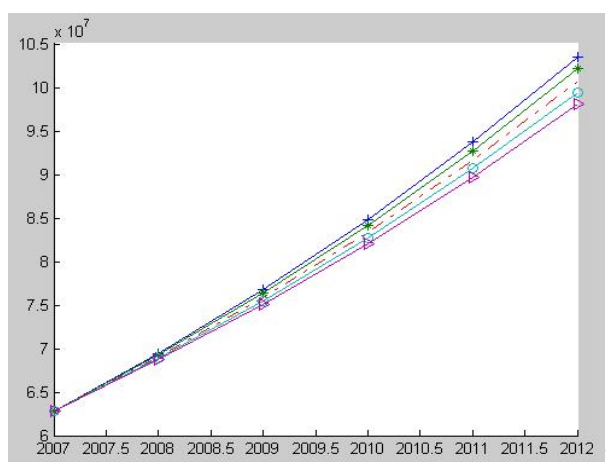
在问题一的各城市客货运输通过创造就业机会对 GDP 影响模型中，在创造就业机会这一项的数据选取上，由于原题所附表 2 模块划分的模糊性，我们在这个模块中只能抽取其驾驶人数这一组数据，而并未考虑其他两个方面，如不同地区、载货汽车和载客汽车的驾驶员的工资这些本应归于创造就业机会这一项的模块的数据因为未单独调查而将其归类到其它模块，这就造成了创造就业机会对 GDP 的贡献度不准确性，产生一定的误差。但由于最后所求是该省公路运输业对 GDP 的影响包含直接贡献、波及效果、对于相关行业的直接消费和创造就业机会四个方面，数据并未丢失，故对整个模型的影响不大。

二、灵敏度分析

问题三时我们由 2007 年 GDP 推及 2012 年的 GDP 时，我们考虑“因为平均，该省大致服从我国 GDP 的平均增长值，所以可以推出该省 2012 年的 GDP。”

但考虑到每个省市的实际情况，地区差异，故每个省的 GDP 增长率 $r_i, i = (1, 2, 3, 4, 5)$ 的取值多种多样，该省的 GDP 年均增长率 \bar{r} (该省) 也各不相同，针对 \bar{r} (全国) 的不同取值，我们使得 \bar{r} (该省) 在 \bar{r} (全国) 的基础上下取值。

分别取该省的 GDP 年增长率为：10.51%，10.21%，9.91%，9.61%，9.31%，运用 Matlab 软件进行灵敏度分析（具体程序见附件程序 5）。结果如下图所示：

图 13 关于 \bar{r} (该省) 对 GDP 的灵敏度分析图

由灵敏度分析图可知，当 t 确定下来时，等量的 t 值变化引起的 GDP 值变化量相等；当 t 值一定时， GDP 值随着 t 值的增加而增加。同时，对于不同的 t 值，当 $t = 2012$ 时即在 2012 年时，

$$\text{该省GDP} \begin{cases} \leq 10.3^7, \bar{r} = 10.51\% \\ \geq 9.7^7, \bar{r} = 9.31\% \end{cases}; \text{误差波动在 } 3\% \text{ 以内, 即问题三的估计有误差度, 但}$$

有图知误差在 3% 内。

§ 7 模型的评价

一、模型的优点：

1. 本文问题一运用了样本分析，来估计公路运输业对全国 GDP 的影响；
2. 本文巧妙运用流程图，将建模思路完整清晰的展现出来；
3. 本文对数据进行了分类并运用 Excel 软件对数据进行处理并作出各种图表，使数据更有直观性；
4. 建立模型的过程中运用了 Matlab 和 Eviews 数学软件，结果准确并提高了工作效率；
5. 运用了灵敏度分析使模型更加精确。

二、模型的缺点：

1. 对于一些结果的分析我们忽略了一些次要的影响因素，会对结果产生一些误差；
2. 模型中为使计算简便，对一些数据进行了不同精读系数的精确；
3. 对一些数据进行了合理的估计与实际值之间有差值。

§ 8 模型的改进

由于模型二关于交通建设，客货运输对国内生产总值（GDP）的波及效果的原始数据是基于 2007 年的。由于时间的滞后性，数据不能得到及时的更新。我们得到的 2012 年的波及效果其实是 2007 年的。所以我们的模型是有偏差的。我们将针对这个方面对模型进行改进。

模型三中可以通过公路建筑业和交通运输及仓储业的比率和 2012 年该省的交通运输及仓储业对 GDP 的影响来推算出 2012 年该省的公路运输引起 GDP 的增长。同理，我

们也可以通过交通运输及仓储业与各行业的比值及 2012 年该省的交通运输及仓储业对 GDP 的影响来推算出 2012 年各行业对 GDP 的影响。

这里我们设 k_i 为从 2007 年到 2012 年第 i 行业对 GDP 的影响值的变动率为已知量。 q_i 为第 i 行业对 GDP 的影响值。 p 为 2012 年公路建筑业和交通运输及仓储业对 GDP 的影响值。于是我们得到公式：

$$p = q_i * k_i \quad (i=1, 2, 3 \cdots 41)$$

这时再用模型 2 的方法求出交通建设，客货运输对国内生产总值（GDP）的波及效果、直接消耗系数、完全消耗系数、感应度系数和影响力系数在 2012 年的数值。

§ 9 模型的推广

1. 问题 1 所得的模型还适合研究别的省客货运输对国内生产总值（GDP）的直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面的影响。同样适合研究一个国家客货运输对国内生产总值（GDP）的直接贡献，对于相关行业的直接消费，创造就业机会三个方面的影响。

2. 由问题 2 得到的模型，可以推出各个行业对其他行业的波及效果，也可以推出各个行业的感应度系数和影响力系数。并且可以应用在每一年，各个国家或地区的各个行业上。

3. 问题 3 所得的模型，适合研究每一年各个行业对 GDP 的影响及在 GDP 中所占份额。

4. 模型 4 可以提高精度。该模型可以应用于一个公司销售业绩影响因素分析，剔除某些影响较小因素，从而从大方面着手改进。或者用于统计调查，剔除影响不显著因素，得到更优的调查结果等各个方面。

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。

附录

附表1 各城市货运关于相关行业直接消费对 GDP 的影响表

城市编号	燃油消耗 (元)	途中住宿 花销 (元)	途中餐饮 花销 (元)	途中其它花 销 (元)	更换润滑油、 滤清、防冻等 费用 (元)	更换轮胎费用 (元)	机械故障、更换 零部件等花销 (元)
1	6542290	47440	500400	24700	365720	901700	308900
2	18368511	401547	1125900	715600	668624	6266245	2558874
3	5885000	301100	295000	12500	476900	1630500	416000
4	58797350	1303200	3081200	195300	3959930	9259910	2595330
5	6789300	117530	288900	14300	202950	491610	394520
6	9887866	129000	335600	1500	529300	1518500	596600
7	22968901	590767	667120	133590	821682	2880440	1620400
8	114434136	4167260	11353670	958760	8611600	22849900	8168000
9	20053800	387523	1384920	100508	1019370	7220800	2622300
22	3004200	110470	252550	62800	134300	709420	263320
25	36157730	848370	1127880	172778	977590	2805210	1305400
29	12329370	309560	1150800	17700	516200	2753800	662900

城市编号	正常保养 费用 (元)	特殊原因 费用 (元)	图中通讯 费用 (元)	车辆保险 费 (元)	备用零部件 支出 (元)	货运对于相关行业 的直接消费
1	199550	32900	106870	885500	37100	9953070
2	567414	434920	262900	1375923	265500	33011958
3	322800	12000	45300	1088100	174000	10659200
4	1623450	54500	636060	5639559	692980	87838769
5	239730	18700	160900	765870	42460	9526770
6	245690	0	107500	1040220	1500	14393276
7	2441130	185980	252178	1685447	398520	34646155
8	3666570	38400	2033300	14727370	1615100	192624066
9	1071700	66100	387750	2094800	484000	36893571
22	122410	51000	96582	381950	8000	5197002
25	966660	61940	407450	2127746	150415	47109169
29	275780	104700	210580	1115300	77550	19524240

附表2 各城市客运关于相关行业直接消费对 GDP 的影响表

城市编号	燃油消耗 (元)	途中住宿花 销 (元)	途中餐饮花 销 (元)	途中其它花 销 (元)	更换润滑油、 滤清、防冻等 费用 (元)	更换轮胎费 用 (元)	机械故障、更 换零部件等花 销 (元)
1	7517657	171700	448900	111800	117500	1048200	236200
2	20564000	1026680	1170200	403253	710300	1235700	986100
3	7683000	152200	306500	275500	563920	704400	585000
4	24325674	1965200	2345600	17000	1314300	1761900	3440800
5	3930516	30500	223790	24900	123300	293800	278090
6	3632304	220	150	0	190700	470000	339400

参赛队号#1560

7	22545170	261390	366690	302950	839345	1487559	1256700
8	11956510	288685	1181950	180200	521450	1014640	705000
9	937900	152720	268000	5950	50710	142200	147750
22	5007909	58900	298500	45000	134510	408080	299170
25	8652245	282270	423130	6400	177020	498260	373742
29	1154000	15800	56400	4800	25400	75150	63000

城市编号	正常保养费用(元)	特殊原因费用(元)	图中通讯费用(元)	车辆保险费(元)	备用零部件支出(元)	客运对于相关行业的直接消费
1	94000	32000	69780	1175113	57500	11080350
2	472450	238000	363050	2244350	901800	30315883
3	343000	502500	93703	919617	128000	12257340
4	104200	65600	925820	3854642	417000	40537736
5	129400	44900	71200	382517	40300	5573213
6	389540	0	3650	818543	0	5844507
7	528880	428600	292820	1909545	406180	30625829
8	230202	59500	220330	1857306	106640	18322413
9	70770	12000	50080	349700	16950	2204730
22	171860	14000	55180	492957	17800	7003866
25	102615	0	127960	1132658	47060	11823360
29	29660	0	4600	153000	4200	1586010

附表3 各项对国内生产总值(GDP)直接贡献的显著性分析表

obs	GDP1	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
1	65697139	49497640	3756300.	3756300.	598520.0	2804816.	574310.0
2	1.48E+08	1.17E+08	16534700	16534700	3516565.	4632300.	1164800.
3	62619310	39137000	9750000.	9750000.	120000.0	4706750.	342000.0
4	3.88E+08	2.72E+08	73278535	73278535	3271360.	12735005	2863712.
5	38149515	29294250	5331900.	5331900.	924000.0	858909.0	285220.0
6	66443810	47789000	12816000	12816000	1964000.	2120000.	350700.0
7	1.69E+08	1.24E+08	13602320	13602320	4322200.	7345245.	1200857.
8	5.23E+08	3.54E+08	61953519	61953519	3011059.	35834086	11368190
9	98358340	66464490	16230800	16230800	20015.00	6257450.	3358101.
10	25505248	18127880	4292220.	4292220.	634200.0	972449.0	298130.0
11	1.36E+08	1.08E+08	14617300	14617300	4019308.	1488500.	738000.0
12	53044878	34596300	11965460	11965460	198400.0	294300.0	984650.0

附表4 各项对国内生产总值(GDP)相关行业直接消费影响的显著性分析表

obs	GDP2	V1	V10	V11	V12	V13	V2
1	21607730	14059947	219140.0	949300.0	136500.0	483220.0	1949900.
2	64245741	38777511	1427027.	2286100.	1118853.	1368924.	7469945.
3	23306540	13608000	455300.0	602500.0	288000.0	1040820.	2335900.
4	1.31E+08	83123024	3268400.	5426800.	212300.0	5274230.	11021810

5	15460513	10757816	148030.0	514690.0	39200.00	331250.0	787410.0
6	20660963	13560170	129220.0	335750.0	1500.000	728000.0	1998500.
7	66812841	45814071	852157.0	1033810.	436540.0	1661027.	4407999.
8	2.27E+08	1.29E+08	4556945.	12842020	1218960.	9283940.	24213140
9	42442702	20988000	540243.0	1652920.	106458.0	1069280.	7362100.
10	12804298	8248109.	179370.0	566050.0	107800.0	275010.0	1131000.
11	59670529	44809975	1130640.	1551010.	179178.0	1154610.	3303470.
12	22568600	13557370	325360.0	1210200.	22500.00	558600.0	2870950.

obs	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
1	545100.0	293550.0	64900.00	176650.0	2060613.	94600.00	574310.0
2	3531974.	1032864.	672920.0	622750.0	3604773.	1167300.	1164800.
3	1002000.	666800.0	514500.0	139503.0	2009217.	302000.0	342000.0
4	6036130.	1727650.	120100.0	1561880.	9494201.	1109980.	2863712.
5	678610.0	378130.0	63600.00	238350.0	1155447.	82760.00	285220.0
6	940000.0	639230.0	0.000000	113150.0	1863243.	1500.000	350700.0
7	2877100.	2970010.	614580.0	544998.0	3594992.	804700.0	1200857.
8	9064120.	4024742.	98700.00	2310050.	17260476	1751640.	11418190
9	2768850.	1141670.	78100.00	436530.0	2439500.	500950.0	3358101.
10	575790.0	294270.0	65000.00	154262.0	883707.0	25800.00	298130.0
11	1679142.	1069275.	61940.00	535410.0	3260404.	197475.0	738000.0
12	741400.0	318440.0	104700.0	222980.0	1567000.	84450.00	984650.0

程序 1 各城市客货运输客货运关于相关行业直接贡献对 GDP 的影响的 M A T L A B 程序

```
x=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12];
y11=[23204942 83928611.5 31825150 235735487.2 19587245.5 46164710
      101220000 458251754.4 89541559 10209378.6
      104508543.6 47964948];
y12=[42492196.8 63925274 30503160 152747097 18399269 19859100
      65792491.05 64672939.05 8816780.9 14695869.4 31975808.86
      4122330];
plot(x,y11,'*-')
hold on
plot(x,y12,'*-r')
legend('货运对国内生产总值（GDP）的直接贡献折线图','客运对国内生产总值（GDP）的直接贡献折线图')
```

程序 2 各城市客货运输客货运关于相关行业直接消费对 GDP 的影响的 M A T L A B 程序

```
x=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12];
y11=[9953070 33011958 10659200 87838769 9526770
      14393276 34646155 192624066 36893571 5197002
      47109169 19524240];
y12=[11080350 30315883 12257340 40537736 5573213
      5844507 30625829 18322413 2204730 7003866
      11823360 1586010];
```

```
plot(x,y11,'*-')
hold on
plot(x,y12,'*-r')
legend('客运关于相关行业直接消费对GDP影响折线图','货运关于相关行业直接消费对GDP影响折线图')
```

程序3 各城市客货运输通过创造就业机会对国内生产总值（GDP）的影响

```
x=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12];
y11=[1.211267606 1.133333333 1.039473684 1.358299595
      1.439252336 1.075630252 1.060827251 1.268874172
      1.869281046 1.179104478 1.236051502 1.220779221];
y12=[1.222222222 2.161764706 1.090909091 1.301724138
      1.261904762 1.605263158 1.256849315 1.388888889
      1.047619048 1.046511628 1.859649123 1];
plot(x,y11,'*-')
hold on
plot(x,y12,'*-r')
legend('客运通过创造就业机会对GDP影响折线图','货运通过创造就业机会对GDP影响折线图')
```

程序4 利用MATLAB程序求波及效果中的感应度和影响力系数

```
F=[6555235.00 2812126.30 149083.10 2184628.32 917800.76 6891318.96
1969239.64 329762.04 727679.98 489602.07 1461133.46 3171162.51
2294603.20 11476900.68 26839.98 1417440.58 1793559.03 311885.03
690045.29 19344.23 38822.04 18908.10 3909865.24 421719.72
74471.79 6231061.36 1724832.31 5225030.04 50424.51 391140.31
2682226.66 1771482.80 390564.42 132061.35 654474.95 126592.94
139695.86 44220.36 141388.55 730715.17 2214428.25 319777.23
707406.68 ];
M=[1925594.20 7550.20 0.00 8410.36 167.64 3077124.22 761289.73
20871.76 258846.32 15151.60 0.00 87177.57 4581.88 235.11
798.65 0.00 559.37 0.00 0.00 0.00 0.00 916.48 0.00 0.00
0.00 58656.69 4940.15 11715.81 0.00 0.00 1696.35
312280.24 0.00 0.00 78.21 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
19531.93 0.00 ;
38165.24 307790.79 1010.71 23720.09 17603.74 93246.07 4348.81
648.53 5594.99 13561.10 547780.56 73821.38 235483.50 332001.29
269.80 3601.66 2746.08 392.70 21.23 6.19 9276.85 171.93
1043479.50 20625.81 321.56 52665.67 11902.58 25838.64 461.59
0.00 0.00 80005.62 0.00 0.00 22.25 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 ;
876.81 3086.05 35.51 10313.44 1399.25 322.84 10.00 0.00 0.00
900.26 237866.89 50874.93 18507.14 708.74 2.28 1707.58 570.08
0.00 7.17 0.00 68.96 0.00 1935.18 242224.66 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 6996.99 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 ;
```

参赛队号#1560

0.00 0.00 0.00 1020511.73 3873.65 26.09 0.00 0.00 0.00
0.00 37047.46 132711.54 3919.63 3334604.01 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 ;
13274.61 270.72 16.02 2196.28 281800.26 45584.50 73.53 1.87
29.08 73.81 187.18 365487.54 212569.46 74535.37 5.55 33.86
40.08 1.84 0.07 0.00 0.00 0.00 357.85 0.00 3.80 292376.58
235999.90 5478.29 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 66.19 46.72 40.60 659.47 2637.78 83.39 0.00 ;
1593482.58 0.00 0.00 0.00 0.00 1211135.66 0.00 0.00 0.00
781.73 0.00 16480.45 0.00 0.00 763.31 193.94 92.47 0.00 0.00
0.00 0.00 149.92 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 7076.16 37.23
0.00 9038.65 597957.91 0.00 0.00 59.07 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 ;
12390.81 701.69 86.64 1334.09 140.31 8239.33 469331.26
108613.28 414.74 103.90 322.58 14180.96 2236.13 2860.44 32.21
672.21 70.35 375.24 3.70 0.00 69.57 0.71 465.29 75.38 6.38
5515.33 0.00 57770.39 1.70 0.00 6056.03 2188.81 430.40
0.00 118.66 39.38 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 11.99 0.00 ;
2626.30 5296.01 1052.22 4536.32 786.66 10015.92 5224.11
16481.51 346.78 287.80 425.10 3596.90 2083.14 4631.71 21.55
2091.61 2037.82 555.10 187.28 91.02 8.10 17.78 3011.21
390.35 114.20 8366.49 0.00 182099.98 607.33 2644.03 10066.77
2866.61 5357.72 2327.84 150.06 4798.41 12.74 0.00 0.00
1754.20 0.00 31.19 366.58 ;
1234.21 21471.00 79.32 7074.48 851.07 5980.22 324.44 5.96
229664.23 20502.45 1068.74 3393.82 10578.12 2378.67 54.20
3552.67 318.67 6547.13 53.06 1572.66 11532.38 9.84 2196.48
182.88 25.85 83107.07 28308.83 101096.14 495.60 783.96 44701.73
9345.10 5335.02 0.00 1116.44 34116.48 1370.99 963.72
837.93 13745.42 54388.37 2317.44 0.00 ;
987.53 7465.73 1237.58 8063.24 6912.52 237900.01 4044.58
1561.50 1737.73 195474.64 292.91 16040.30 8043.74 4972.51
80.75 2637.08 2210.47 1244.41 491.67 168.65 31.75 106.27
2745.53 78.28 258.42 33763.92 6112.13 88283.40 3191.29
8513.18 77197.84 20363.40 65217.76 6494.17 32015.96 5769.50
8237.22 1417.21 4799.66 55819.48 29347.90 9791.67
56534.87 ;
203570.46 259030.78 1303.98 44709.34 3082.34 12103.90 5832.14
125.10 1443.89 2052.01 68105.06 143342.09 98200.15 282751.00
11.56 14576.95 2947.52 1463.55 159.89 10.49 1716.08 17.11
1869.86 381.75 174.79 80455.16 74683.24 1236356.94 3871.48
754.79 19196.09 7217.68 18496.91 2066.31 27764.39 8417.12
11877.33 9494.49 6761.48 3822.65 5649.69 3056.11

50318.57 ;
797498.04 172286.02 10954.45 99643.75 14770.78 293681.12 9445.03
15636.88 23242.56 26464.50 3588.62 812756.81 355283.81
125067.36 296.84 17844.00 73413.93 17387.82 654.93 211.11 1170.35
28.90 11719.50 1471.39 1653.15 191317.58 9007.36 580722.52
197.74 0.00 29946.07 14396.03 8302.54 1876.47 859.73 211.18
2874.60 850.05 8079.15 12594.78 540085.45 1731.22 735.03 ;
46842.47 30319.08 596.80 14486.91 1131.63 40103.42 2819.59
44.70 413.74 1094.17 562.38 51391.84 317937.80 286758.11 32.79
6843.35 4792.74 138.54 494.29 520.82 588.56 124.63 21521.40
652.06 364.76 1264793.02 432185.26 12243.90 83.66 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 37.56 0.00 1086.16 762.57 662.56 10879.58
43035.07 1365.83 0.00 ;
35337.92 51139.98 12682.98 64999.13 7917.26 4424.64 2181.58
4.95 1163.60 4032.92 377.52 8415.83 41443.92 3259022.90
3330.76 499113.16 279813.21 159933.03 1498.70 27.87 15.21
13.40 4873.81 2600.81 16.97 1839811.42 306166.19 22527.29
0.00 0.00 0.00 23.35 0.00 0.00 165.25 0.00 77.90 54.98
47.78 776.07 3078.08 98.13 0.00 ;
19352.65 77006.88 3469.42 13054.05 81502.39 26572.00 2419.66
953.47 2604.04 2684.81 643.02 41634.16 20697.00 114042.38
6611.42 133842.78 69842.72 13635.82 10617.00 5278.35 375.67
100.87 6890.49 8055.11 5197.26 94473.18 146810.12 7454.80
242.15 622.48 3551.93 588.13 1352.42 4894.33 859.63 72.77
366.42 258.01 224.62 3678.93 14547.54 461.25 0.00 ;
187228.83 144080.83 14867.00 77685.14 5838.33 15629.99 6516.64
962.45 5096.83 2941.57 1390.64 53325.15 31818.86 144000.62
2258.43 96448.45 65247.74 2161.02 249.05 28.77 54.85 57.51
28477.49 2680.50 667.28 601885.10 74830.41 27936.54 1202.20
1320.81 3043.47 322.48 3049.36 0.00 215.13 817.95 114.03
79.22 69.33 3294.03 730040.01 273.15 0.00 ;
186.13 25951.56 2074.31 13871.86 1875.00 8527.22 1523.17
422.11 2049.07 1091.41 272.63 2512.69 10294.57 20219.94
391.47 34214.23 935111.52 703.51 43.94 4.00 31.70 23.46 4949.82
84.73 206.93 34569.25 26091.64 185311.33 2194.38 2118.38
440452.62 12601.34 6019.88 0.00 2543.63 2284.72 131.99
91.71 80.25 1319.78 5400.69 2331.96 0.00 ;
59402.79 108925.30 4366.94 23174.90 1205.34 6256.41 2293.74
741.69 2206.03 1156.43 1086.77 4392.25 9510.10 31230.83
282.93 24889.68 26815.76 19428.82 6035.52 75.43 77.06 31.76
29712.65 932.11 653.11 384989.87 9650.74 113106.56 194.59
22677.61 4217.65 457.18 452.53 0.00 666.76 497.50 690.04 485.96
423.64 6924.00 27571.90 1071.34 0.00 ;
0.00 6796.54 1308.69 3510.78 2174.97 3565.08 2182.57
333.66 515.43 452.11 272.57 1981.42 3591.19 3153.24 10.28

参赛队号#1560

2453.09 1252.94 13158.57 429042.78 31.17 20.12 34.81 3892.05
100.08 103.77 9374.53 12867.65 106811.69 356.13 64556.39 9048.59
7010.10 7996.88 925.11 9620.68 1199.18 1028.46 229.75
575.04 5511.85 8764.86 1471.52 4646.32 ;
24811.75 17210.54 1329.10 6993.05 817.05 14758.97 798.73
234.74 634.23 587.85 935.50 4488.16 6099.68 15944.89 10.50
366.25 7993.76 332.53 13844.59 99.81 11.47 18.17 4202.30
1192.23 300.11 75768.60 25413.61 79624.02 135.72 4030.84
3031.71 2325.04 3746.92 135.98 1544.12 267.09 248.15 99.65
140.70 31616.85 5036.15 643.13 692.06 ;
0.00 2598.97 86.68 2875.71 980.55 2784.43 799.77 136.31
90.83 233.59 217.07 99029.93 1072.49 14523.57 19.75 1257.20
781.69 396.99 61.18 21.78 7.11 19.16 546.24 40.27 91.60
29968.98 9574.51 2789.44 0.00 951.69 31.80 346.69 393.00
1083.95 6106.10 30.46 19.35 10.89 1014.72 460.67 256.47
1894.47 166.85 ;
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 294.41 0.00 0.00 11140.07
0.00 11637.49 11161.65 74051.49 9.45 5074.68 2.98 0.00
0.00 111.10 0.00 1791.60 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 ;
180898.43 176468.07 29212.77 149960.92 76257.50 156205.34
20828.79 9362.01 12645.08 17663.19 79263.95 503509.48
245405.71 1482060.39 762.66 62234.85 24932.52 9000.53 2172.87
310.91 515.86 383.09 1646529.87 3558.27 16324.90 78756.83
47288.62 36141.58 1951.86 30616.52 261557.54 110973.60
10296.63 15246.11 31337.62 5798.20 26333.62 1087.20 3440.37
103338.91 62156.28 17923.12 75979.31 ;
0.00 32.28 1662.32 467.15 77.12 3601.06 0.00 0.00 0.00
773.37 42.86 987.51 2072.50 67199.52 17.71 2368.48 1669.33
0.00 0.00 0.00 3.31 0.00 1157.64 90.11 0.00 13096.26
0.00 559.44 282.98 0.00 0.00 28555.04 0.00 0.00 27.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 ;
9226.55 4354.70 1463.13 4134.01 1671.29 6289.92 1563.71
667.34 412.74 2535.08 1442.89 4003.16 2483.32 5310.73 6.35
672.47 795.37 99.39 89.46 17.58 42.50 19.40 9696.05 44.57
15995.77 6706.28 7337.42 4961.21 264.44 4524.63 8496.33
22866.89 1817.60 4245.44 684.51 851.72 709.79 17.56 1744.11
15730.97 13869.21 753.92 11346.43 ;
33307.90 9433.80 125.02 1388.50 357.28 1166.03 912.83 16.59
237.24 948.85 96.82 1005.32 275.62 1432.96 15.39 346.71 729.63
59.01 0.65 0.00 24.64 15.19 3749.35 17.71 26.20 0.00 0.00
58491.47 4521.86 7721.25 64451.51 2729.16 20603.40 48209.87
170.49 5732.51 4816.00 675.27 8552.08 9621.78 39040.39
3539.46 0.00 ;

参赛队号#1560

[illegible]

参赛队号#1560

3284.42 9611.10 887.57 3360.50 14094.00 1030.04 35.73
1613.54 471.68 46.57 1202.78 401.63 156.66 91.11 962.42 813.40
49.92 81.59 0.00 49840.75 2170.57 49144.19 224800.40
65816.78 13108.01 0.00 6233.48 0.00 3128.39 3000.00
2773.78 12131.53 12028.99 5752.85 17822.95 ;
124.08 11926.87 63.07 11875.17 9909.65 183146.77 11544.47
836.88 423.01 428.98 1369.62 9339.01 7448.83 6060.64 105.42
6959.18 6528.03 938.40 4145.78 0.00 88.70 90.82 1907.13
148.30 1345.56 15337.34 31377.09 6987.56 1982.17 10092.10
290799.61 25631.17 32036.85 1337.84 136177.82 620.87 1997.15
2581.82 2610.17 18207.96 667.51 7875.99 1082.36 ;
5182.40 110.72 84.68 21.81 0.00 2939.46 1333.25 0.00
14.55 0.00 0.00 1603.42 568.33 1013.20 24.24 5031.13
10539.29 200.58 779.21 0.00 0.00 60.00 856.41 0.00 0.00
20112.16 8024.40 2635.50 5.51 742.74 0.00 0.00 1208.26
0.00 2.71 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 ;
11546.47 2143.74 1348.86 718.09 281.97 7952.85 6079.77
889.81 53.16 353.02 79.78 3066.85 861.40 7735.87 95.31
11533.64 565.02 224.29 1157.66 1300.21 0.00 91.11 3177.31
1654.06 50.51 43219.53 32426.52 21758.22 6.61 0.00 4221.56
112.97 0.00 0.00 62.99 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 ;
14366.84 5759.98 23.07 235.97 304.42 1650.35 1392.34 15.25
141.73 95.45 217.01 1475.27 665.66 2837.58 13.39 530.83 272.83
49.98 23.93 0.00 0.00 0.00 5534.01 2.02 945.71 182.91
321.32 4400.15 0.00 189.96 825.26 1595.49 1647.59 0.00
1822.08 201.36 65.02 0.00 0.00 6474.28 0.00 0.00 0.00 ;
16092.39 130652.16 7203.59 19366.59 11640.76 17438.55 2169.08
282.06 268.98 2718.37 1514.13 25119.98 34502.98 52419.99
265.79 25274.80 8193.22 205.66 133.28 18.58 11.30 1034.55
57679.45 321.06 1373.77 21632.56 5432.16 62006.79 226.98
8268.92 355595.56 87693.93 9701.97 154.19 21243.15 667.21
7214.39 5711.29 3536.57 10000.29 28974.22 16971.62
39434.17 ;
47745.31 7119.79 12.34 2436.13 284.08 2221.87 671.13 826.72
2250.16 341.92 2041.33 2857.63 1261.29 2458.42 5.47
1207.27 1695.48 171.40 76.93 71.13 12.46 16.42 6564.90
37.30 194.51 0.00 0.00 13404.87 512.34 2150.41 11223.70
386.48 9643.03 852.42 2241.08 805.42 3733.78 629.71 2183.45
14163.74 16381.00 4507.21 37161.22 ;
55575.59 280648.36 3.09 27876.88 13805.79 73259.34 18844.35
3900.50 10678.83 2328.00 4252.39 20920.01 12005.30 20282.13
137.73 11615.99 4219.65 1070.73 28.62 0.00 0.00 83.20
36136.93 13.87 0.49 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 783.69 0.00
477.43 0.00 5.49 0.00 5512.60 2098.13 537.04 10279.17

```

13344.43    223.47    0.00 ;
0.00    3957.78    252.50    5770.90    4232.55    3088.24    996.85    412.13
268.39    578.30    307.29    1735.61    2124.41    3212.47    27.80    896.44
1621.75    340.63    224.46    96.91    95.14    81.64    1346.56    87.57    243.09
16183.19    364.66    9553.31    853.91    2768.01    38481.83    13105.13
6322.78    2606.38    26003.22    631.14    3072.66    97.54    7951.15
13805.18    5285.45    7524.05    12483.27 ;
269.57    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    27.89    16.53    0.00
0.00    0.00    182.37    0.00    2515.08    201.36    0.00    0.00    0.00
5438.40    0.00    523.49    0.00 ;];
B=[A(:,1)/B(:,1) A(:,2)/B(:,2) A(:,3)/B(:,3) A(:,4)/B(:,4) A(:,5)/B(:,5)
A(:,6)/B(:,6) A(:,7)/B(:,7) A(:,8)/B(:,8) A(:,9)/B(:,9) A(:,10)/B(:,10)
A(:,11)/B(:,11) A(:,12)/B(:,12) A(:,13)/B(:,13) A(:,14)/B(:,14)
A(:,15)/B(:,15) A(:,16)/B(:,16) A(:,17)/B(:,17) A(:,18)/B(:,18)
A(:,19)/B(:,19) A(:,20)/B(:,20) A(:,21)/B(:,21) A(:,22)/B(:,22)
A(:,23)/B(:,23) A(:,24)/B(:,24) A(:,25)/B(:,25) A(:,26)/B(:,26)
A(:,27)/B(:,27) A(:,28)/B(:,28) A(:,29)/B(:,29) A(:,30)/B(:,30)
A(:,31)/B(:,31) A(:,32)/B(:,32) A(:,33)/B(:,33) A(:,34)/B(:,34)
A(:,35)/B(:,35) A(:,36)/B(:,36) A(:,37)/B(:,37) A(:,38)/B(:,38)
A(:,39)/B(:,39) A(:,40)/B(:,40) A(:,41)/B(:,41) A(:,42)/B(:,42)
A(:,43)/B(:,43) ];
E=eye(43,43);
C=inv(I-a)-I;
A=inv(I-a);
fenzilie27=sum(D(:,27))
fenzilie28=sum(D(:,28))
genzihang28=sum(D(28,:))'
E=sum(A);
SUM=sum(E');
fenmu=SUM/43
运行结果为:
fenzilie27 =
    2.9659e+008
fenzilie28 =
    2.9659e+008
genzihang28 =
    1.5988e+009
fenmu =

    2.9659e+008

```

程序 5 该省年均增长率 2012 年 GDP 灵敏度分析

```
t=2007:2012;  
s1=62842547.50*(1+0.105).^ (t-2007);  
s2=62842547.50*(1+0.102).^ (t-2007);  
s3=62842547.50*(1+0.099).^ (t-2007);  
s4=62842547.50*(1+0.096).^ (t-2007);  
s5=62842547.50*(1+0.093).^ (t-2007);  
hold on  
plot(t,s1,'-+',t,s2,'-*',t,s3,'-.',t,s4,'-o',t,s5,'->')
```

数学中国提供 (www.madio.net)