

第六届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：数学中国数学建模网络挑战赛组委会
电话：0471-4969085

邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2013@tzmcm.cn

第六届“认证杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

论文格式规范

- 论文（答卷）用白色 A4 纸，上下左右各留出 2.5 厘米的页边距。
- 论文第一页为承诺书，具体内容和格式见本规范第二页，该页由队员及教练员（如有）手写签字后生效（一定要注明参赛组别，挑战赛组委会将各组别分开评阅）。
- 论文第二页为编号专用页，用于评委团评阅前后对论文进行编号，具体内容和格式见本规范第三页。
- 论文题目和摘要写在论文第三页上，从第四页（若无英文摘要）开始是论文正文。
- 论文第一页为承诺书，论文第二页为编号专用页，用于评委团评阅前后对论文进行编号。论文题目、关键词（模型、算法名称）和摘要写在论文第三页上，第四页为英文摘要（选填），论文 1—4 页按组委会统一要求编排，具体内容见下文，从第五页开始是论文正文。论文从正文开始编写页码，页码必须位于每页页脚中部，用阿拉伯数字从“1”开始连续编号，注意，论文一律要求从左侧面装订。
- 论文必须有页眉，页眉标识参赛队号，例如队号为 1101 的队需标识：参赛队号 # 1101
- 论文中不能有任何可能显示答题人身份的标志。
- 论文题目用三号黑体字、一级标题用四号黑体字，并居中。论文中其它汉字一律采用小四号黑色宋体字，行距用单倍行距。
- 提请大家注意：摘要在整篇论文评阅中占有重要权重，请认真书写摘要（注意篇幅不能超过一页）。评委团评阅时将首先根据摘要和论文整体结构及概貌对论文优劣进行初步筛选。
- 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均明确列出。正文引用处用方括号标示参考文献的编号，如 [1][3] 等；引用书籍还必须指出页码。参考文献按正文中的引用次序列出，其中书籍的表述方式为：
[编号] 作者，书名，出版地：出版社，出版年。
参考文献中期刊杂志论文的表述方式为：
[编号] 作者，论文名，杂志名，卷期号：起止页码，出版年。
参考文献中网上资源的表述方式为：
[编号] 作者，资源标题，网址，访问时间（年月日）。
- 论文中使用到的程序源代码放在附录中给出。
- 本规范的最终解释权属于数学建模网络挑战赛组委会所有。

数学建模网络挑战赛组委会
2013 年 4 月

第六届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：数学中国数学建模网络挑战赛组委会
电话：0471-4969085

邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2013@tzmcm.cn

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：1090

参赛队员（签名）：

队员 1：周皓斐

队员 2：王越颢

队员 3：陈莹

参赛队教练员（签名）：

参赛队伍组别：本科组

第六届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：数学中国数学建模网络挑战赛组委会
电话：0471-4969085

邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2013@tzmcm.cn

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）：

1090

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）：

第六届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：数学中国数学建模网络挑战赛组委会
电话：0471-4969085

邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2013@tzmcm.cn

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

关 键 词 投入产出模型、运输经济弹性分析、回归分析法、灰色相关度分析

摘 要

本文针对公路运输与国内经济发展的互动关系进行了深入研究。从理论层面来看，公路运输与国内经济发展是相互影响的、相互促进的，二者之间的关系密不可分。运用了定量分析的方法进行了深入研究，结合投入产出法、运输经济弹性分析和回归分析三种方法及模型进行研究分析。运输经济弹性分析从总体上把握公路运输供给与国内经济增长的运输需求之间的适应程度；回归分析比较公路运输与国内经济发展水平的关联度的高低；投入产出法分析道路建设与国内经济发展水平之间的联系。

针对问题一，运用投入产出法，可以得出直接消耗系数 $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$ 与完全消耗系

数 $b_{ij} = a_{ij} + \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot b_{kj}$ ，推出公路运输业对于相关行业直接消费的影响，进而推出公路运输业对国内经济的波及效果。利用 Matlab 对附件二中的数据进行分析，可知该省的运输供给能满足运输需求，使用以运输量为基础计算的弹性系数来反映运输与经济增长的弹性关系，可得出公路运输业对国内经济发展的影响程度；最后利用回归分析法得出公路运输与国内经济发展水平的关联度极高，且公路运输对国内经济发展具有较高的贡献率（约为 16.833%），综上所述，三种方法分别从不同角度论证了交通运输是国内经济的先行官。

针对问题二，考虑到问题一中出现的数据误差问题以及数据量不足问题，对以上不精确的数据进行充分的调查取样分析，提高了数据在建模统计计算过程中的精确度。与此同时，由于灰色相关度模型可以克服回归模型的种种弊端，所以将灰色相关度模型作为该问题的建模模型，这样关联度在对数据进行分析时不会出现异常。灰色相关度模型

中的关联系数公式为
$$\sigma_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + 0.5 \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + 0.5 \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

参赛队号 1090
所选题目 C

参赛密码 _____
(由组委会填写)

第六届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：数学中国数学建模网络挑战赛组委会
电话：0471-4969085

邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2013@tzmcm.cn

Abstract

The thesis has deeply demonstrated the interactive relationship between the road transportation and national economic development. From the theoretical perspective, the road transportation and the national economic development are interactively influenced and promoted. Use of the method of quantitative analysis carried out in-depth study, combination of input-output method, the transport economics elastic analysis and regression analysis of the three methods and models to research and analysis. The transport economics elastic analysis between the degree of adaptation to grasp the overall demand for transport road transport supply and economic growth; Regression analysis comparison of road transport and the development of the national economy related degree level; input-output analysis of the link between the road construction and the level of development of the national economy.

Problem, the use of input-output method, can be drawn direct consumption

coefficient $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$ and complete consumption

coefficient $b_{ij} = a_{ij} + \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot b_{kj}$. Launched the direct consumption of road transport related industries, and then launch the road transport industry spill-over effects on the domestic economy. Annex II data analysis using Matlab, we can see the transport supply in the province to meet the transport demand, traffic calculated on the basis of the elasticity of transport and economic growth to reflect the elastic relationship can be drawn from the road transport industry on the domestic. Finally, the degree of economic development; regression analysis to come to a very high degree of association of road transport and domestic economic development level, and road transport on the development of the domestic economy has a high contribution rate (16.833%), in the light three methods from different angles demonstrated transport is the vanguard of the domestic economy.

Problem, taking into account the the question emerging data error problem as well as the amount of data, sampling and analysis to improve the accuracy of the data in the process of modeling statistical calculations more inaccurate data fully investigated. At the same time, the gray correlation model can overcome the drawbacks of the regression model, gray correlation model as a model of the problem of modeling, this correlation analysis of the data does not appear abnormal. Correlation coefficient in the formula is in the gray correlation

model $\sigma_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + 0.5 \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + 0.5 \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$

1 问题重述

1.1 背景

交通运输业是国内经济的先行和基础产业，是一国经济现代化的重要标志和支撑载体。公路运输作为最广泛、最基本的交通运输方式，它是整个交通运输系统的重要组成部分，是生产、分配、交换、消费过程中联系的重要纽带。公路运输的发展带来宏观经济总量增加的同时，它的建设规模、发展速度和水平又取决于国内经济的发展，同时又反过来对国内经济的发展有着极为重要的影响。两者互为因果，相互促进、相互影响。在《21 世纪中国道路运输发展浅略》等方针政策指引下，我国公路运输发展空间大大拓宽、服务领域不断延伸，公路运输已成为 5 种主要运输方式中完成运输量最多，实现营业收入最高的一种运输方式^[1]。

交通运输可以使流动资本从某一个地区释放出来，而在别的地方作为固定资本产生更大的效益。运输条件的改善可以帮助克服生产中的瓶颈状态，从而进一步促进经济扩张。所以交通建设以及交通运输对一个国家的国内经济的影响是巨大的。

随着公路运输与国内经济的快速发展，关于公路运输与国内经济的关系的研究越来越引起人们的注意，相应的研究成果和结论及其在有关部门的应用，对正确认识公路运输的地位和促进道路运输业持续、健康发展，起到了积极的作用。

1.2 解决的问题

- 1) 问题一：建立合理的数学模型，估计该省公路运输业对于 GDP 的影响。
- 2) 问题二：根据所获得数据，对现有的调查项目做出调整，以此来提高问题一中模型的精度。

2 问题分析

2.1 对问题一的分析

将公路运输业对该省 GDP 的影响分为直接贡献、波及效果等几个方面来研究。根据交通建设以及客货运输在国内经济中的体现特点，可以运用投入产出法推出公路运输业对于相关行业直接消费的影响，进而推出公路运输业对国内经济的波及效果；分析附件二中的数据，观察该省的运输供给是否能满足运输需求，再使用以运输系统实际完成的运输量为基础计算的弹性系数来反映运输与经济增长的弹性关系，分析得出公路运输业对国内经济发展的影响程度；最后利用回归分析法得出公路运输与国内经济发展水平的关联度，以及公路运输对国内经济发展的贡献率，以此来估计该省公路运输业对 GDP 的影响。

2.2 对问题二的分析

由于在问题一的计算中，所需要的数据量不很充足，导致了在进行研究过程中，产生了过多误差。所以在针对问题一中的数据以及模型概念问题上进行改进。

首先将问题一中所需的客运以及货运的运输距离、汽车的折旧金额、汽车何时开始投入使用、各类物价、汽车的使用年限、居民生活水平进行调查，抽取足够多的数据，进行相对精确的计算与研究。

其次在数学模型中采用灰色关联度模型。其克服了回归分析的种种弊病和不足，且有因素分析的比较，即是几种曲线间几何形状的分析比较，即认为几何形状越接近，则发展变化态势越接近，关联程度越大。因此，这种分析方法相比来说不会出现异常，且更加精确。

3 模型假设与主要因素

1. 假设运输汽车的运输距离等同；
2. 假设在问题一中除附录中所给的数据外，不考虑其他情况对 GDP 的影响；
3. 所有数据均为原始数据，来源真实可靠；
4. 假设车辆在购置后马上投入使用；
5. 假设通货膨胀不对国内经济产生影响；

4 名词解释与符号说明

4.1 名词解释

国内生产总值(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。

4.2 符号说明

序号	符号	意义
1	x_{ij}	第 j 部门所消耗的第 i 部门中间投入产值
2	X_j	第 j 部门的生产总值
3	A	直接消耗系数矩阵
4	a_{ij}	直接消耗系数
5	b_{ij}	完全消耗系数
6	z_j	增加值系数
7	d_e	公路运输业的直接效果
8	ΔX	公路运输业增加的产值
9	B	完全消耗系数矩阵
11	Y	经济发展水平
12	X	交通运输的发展水平

5 模型建立与求解

5.1 投入产出法测算公路运输对国内经济的贡献(问题一)

国内经济与公路运输相关关系的研究是以投入产出分析为基础进行的,用投入产出法分别计算公路运输对国内经济的贡献、公路运输后向波及、消费波及及其对劳动就业的贡献,客观评价公路运输与国内经济的关系。

国内经济与公路运输发展是相互促进的关系,国内经济逐年增长,公路运输客、货运量及周转量都呈增长趋势,公路运输作为基础产业,满足了国内经济不断增长的公路运输要求,并为促进其增长做出重大的贡献。由表 5-1 可看出公路运输业与国内经济发展的对比。由表可知公路运输业与国内经济发展呈正相关的关系。随着国内经济的发展,公路运输业也得到了快速发展客、货运量及周转量逐年增长。由图 5-1,亦可看出 GDP 随着客、货运量的变化而变化。

表 5-1 公路运输业与国内经济发展状况对比

年份	GDP (亿元)	客运量 (万人)	客运周转量 (万人公里)	货运量 (万吨)	货运周转量 (万吨公里)
2007	249530	84973	449.51	232069	232069
2008	314045	188325	479.53	343979	343979
2009	335353	74840	519.87	419695	419695
2010	397983	142342	531.63	581457	581457
2011	458218	64554	571.5	490904	490904
2012	519322	168524	617.87	296491	296491

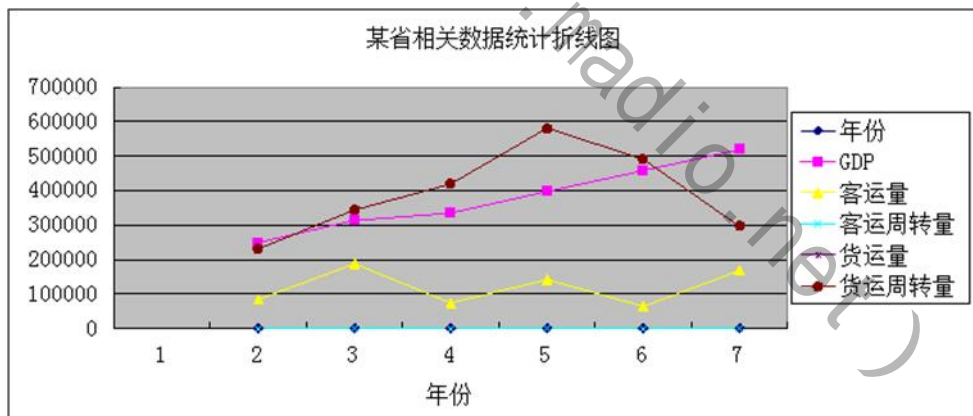


图 5-1 公路运输业各项指标的发展状况

5.1.1.公路运输的直接消耗

直接消耗系数又称中间投入系数,是指第 j 部门生产单位产品直接消耗第 i 部门的产品数量,表明在某个部门单位的生产过程中对各个部门产品的直接消耗量^[2]。直接消耗系数用 a_{ij} 表示,令

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

式中 x_{ij} ——第 j 部门所消耗的第 i 部门中间投入产值；

x_j ——第 j 部门的生产总值。

直接消耗系数是投入产出表的基础，它反映一定技术水平和组织管理条件下，各生产部门间的技术经济联系，其数值大小范围为 $0 \leq a_{ij} < 1$ ，在此范围内， a_{ij} 越大说明第 i 部门和第 j 部门之间的直接相互依赖性越强，直接经济联系越密切，反之说明其经济联系越松散；若 $a_{ij}=0$ ，则说明第 i 部门和第 j 部门之间没有直接相互依赖关系，也没有直接技术经济联系。

由附录表 2 可算出 2007 年的投入产出表可计算出直接消耗系数和完全消耗系数，从而可推出 2012 年的直接消耗系数和完全消耗系数，将其进行排序（具体见表 5-2）。

表 5-2 2007 年公路运输业直接消耗系数

名次	行向		列向	
	行业	直接消耗系数	行业	直接消耗系数
1	交通运输及仓储业	0.075076	交通运输制造业	0.073259
2	电力、热力的生产和供应业	0.050299	交通运输及仓储业	0.006324
3	农林牧渔业	0.033578	电力、热力的生产和供应业	0.001953
4	公路建筑业	0.010308	燃气生产和供应业	0.000131
5	交通运输设备制造业	0.006234	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.000095
6	燃气生产和供应业	0.003424	水的生产和供应业	0.000062
7	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.002276	农林牧渔业	0.000044

通过排名可看出，不论是直接消耗系数还是完全消耗系数，从行向与列向相应对比看来部门排名变化不大，说明对公路运输影响较大的产业部门或受公路运输生产影响较大的产业部门基本一致，但是系数值相应有所变大，说明公路运输生产对其他部门的消耗量及中间投入均有所增大。

5.1.2 公路运输的完全消耗系数

在实际生产过程中，各部门之间的消耗关系往往相当复杂，除了直接消耗各部门的产品外，还要通过中间需求消耗某些产品，这种消耗称为间接消耗^[3]。所有直接消耗系数与间接消耗之和，就构成了第 j 部门的产品价值对 i 部门产品价值的完全消耗。完全消耗系数的计算公式：

$$b_{ij} = a_{ij} + \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot b_{kj} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

该式表明单位产值的完全消耗 b_{ij} 由两部分组成：一部分是第 j 部门对第 i 的直接消耗；另一部分是第 j 单位产品在生产过程中，通过中间环节对第 i 部门的间接消耗，即

$$\sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot b_{kj}$$

因此完全消耗系数反映了各部门之间的直接消耗和间接消耗的总的关系。所有的完全消耗组成完全消耗系数矩阵，记为

$$B = (I - A)^{-1} - I$$

式中 A 为直接消耗系数矩阵； $(I-A)$ 称为列昂捷夫矩阵， $(I-A)^{-1}$ 是其逆阵。

由直接消耗系数的经济含义可知，为了提供数量为 Y 的最终产品，需要直接消耗各部门的产量 W_1 为 $W_1=AY$ ，而为了提供数量为 W_1 产品，在生产过程中又要消耗 n 个部门的产品 W_2 为， $W_2=AW_1$ ，依此类推，为了提供数量为 Y 的最终产品，再生产过程中对各个部门的完全消耗为

$$W = W_1 + W_2 + \cdots + W_n = AY + A^2Y + \cdots + A^nY = (A + A^2 + \cdots + A^n)Y = [(I-A)^{-1} - I]Y$$

$$\text{称 } B = (I-A)^{-1} - I = (b_{ij})_{n \times n}$$

为完全消耗矩阵，其中的 b_{ij} 表示提供第 j 部门单位产品对第 i 部门产品的完全消耗量。由此还可以得到完全消耗系数矩阵 B 和直接消耗系数矩阵 A 之间存在以下关系式： $B = A + BA$ ，即完全消耗系数反映了各部门之间的直接消耗和间接消耗的总和，是相对最终产品而言的。通过附表 2 可得出 2007 年的完全消耗系数对比表，如表 5-3：

表 5-3 2007 年公路运输业完全消耗系数

名次	行向		列向	
	行业	完全消耗系数	行业	完全消耗系数
1	交通运输及仓储业	1.0815	交通运输设备制造业	1.0792
2	电力、热力的生产和供应业	0.0625	交通运输及仓储业	0.0074
3	农林牧渔业	0.0438	电力、热力的生产和供应业	0.0024
4	公路建筑业	0.0114	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0002
5	交通运输设备制造业	0.0074	农林牧渔业	0.0001
6	燃气生产和供应业	0.0037	燃气生产和供应业	0.0001
7	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0026	水的生产和供应业	0.0001

5.1.3 公路运输的后向波及效果

公路运输发展使其生产本身不断扩大对中间投入的需要量，从而促进了相关产品生产部门扩大生产，为这些部门带来效益，这是一种后向波及效果。这些部门生产的扩大又进一步产生对其各自的中间需要，于是又促使另一些部门扩大生产。公路运输业与这些提供运输生产所需的中间产品的部门之间的关系称为公路运输业的后向波及。因需要其他部门的产品作为自己中间投入而产生的波及效果的总和称为“后向波及效果”。公路运输业的“后向波及效果”用公路运输业与那些作为公路运输业中间投入的生产部门间的后向联系所间接创造的国内生产总值增加值来表示。

如果公路运输业增加的产值为 ΔX ，由此引起其他中间投入部门的增加值分别为：

$$w = (B_{1j}, B_{2j}, \cdots, B_{nj})^T \bullet \Delta x = B \bullet \Delta X$$

式中： B ——完全消耗系数矩阵； ΔX ——各部门增加的产值向量

公路运输业的后向波及效果为： $b_c = Z^T \bullet W = Z^T \bullet \Delta X \bullet B$

通过附表1中所给数据，可利用Matlab将其进行编辑可得图5-2：

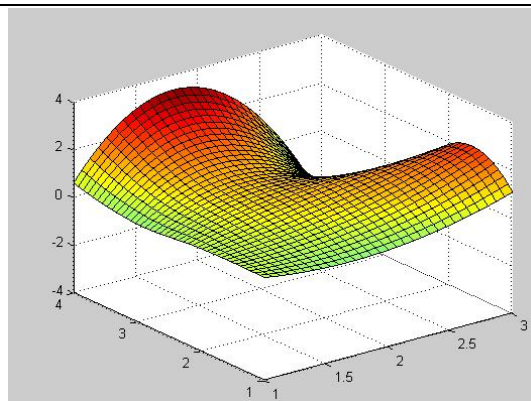


图5-2 后向波及率

所以，由上述3种数据可推出公路运输业对GDP起促进拉动作用。

5.2 运输经济弹性分析(问题一)

所谓运输与经济增长的弹性关系，就是 GDP 增长率与运量增长率之间的对比关系，通常定义为运量增长率与 GDP 增长率之比^[4]。显然，若一个国家或地区的运输供给能满足运输需求的要求，则以运输系统实际完成的运输量为基础计算的弹性系数可以反映运输与经济增长的弹性关系。对于给定的经济社会系统中存在一定关系的两个部门（分别

以变量 x, y 表示），则它们之间的弹性关系可用数字关系表示出来：
$$e = \frac{dx}{x} / \frac{dy}{y}$$
，其中， e 为弹性系数，若 x 代表经济增长下的运输量， Y 代表经济增长水平，则 e 为运输的经济弹性系数^[5]。

由于货物运输直接反映了经济增长过程中生产与分配活动，而旅客运输直接与人的活动量相联系。因而，不同的经济发展水平与产业结构等，都将直接反映为不同的运输经济弹性。就一般情况而言，在经济增长的初级阶段，由于第一、第二产业在经济增长中占有主导地位，这时的货物运输经济弹性系数较高。随着经济的不断增长，第三产业的迅速发展，人均收入水平的提高，货物运输弹性系数有减小的迹象，而旅客运输弹性系数相对较高。对交通运输系统中某国或地区的自然地理环境、生产力布局及人口等因素来决定。

由以上分析法可得到该省货物周转量与 GDP 的弹性系数，如表 5-4

表 5-4 某省公路货物周转量与 GDP 的弹性系数

年份	GDP(亿元)	GDP增长率 (%)	货运周转量 (亿吨公里)	货运周转量增长率(%)	弹性系数
2007	249530	—	280.5	—	—
2008	314045	25.85	300.99	7.3	0.28
2009	335353	6.78	313.7	4.22	0.62
2010	397983	18.67	353.16	12.5	0.67
2011	458218	15.13	331.2	-6.21	-0.41
2012	519322	13.33	290.18	-12.3	-0.92

注：弹性系数=货运周转量增长率/GDP 增长率^[6]

根据表 5-4 计算得出的弹性系数，得到某省公路运输货物周转量与 GDP 的弹性系数散点分布图如下：

参赛队号#1090

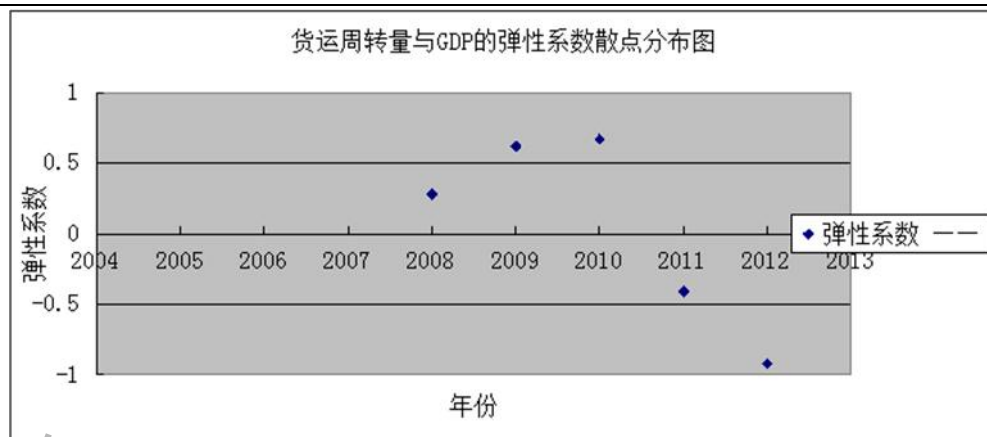


图 5-2 货物周转量与 GDP 的弹性系数散点分布图

从图 5-2 可以看出，某省 2007 年至 2012 年货运周转量与 GDP 的弹性系数呈波动状态，分析如下：

- 1) 该省 GDP 与道路运输货物周转量的运输经济弹性系数基本呈正值，这从一定程度上说明了经济增长和交通运输的增长是正相关的。国内经济增长和公路运输增长之间存在相互关联和相互促进的关系。
- 2) 从 2007-2012 年，运输经济弹性系数均小于 1，反映了道路货物运输的增长速度小于国内经济增长速度。从这期间的 GDP 增长率可以看出，随着第一产业大幅度向第二产业和第三产业转移。该省的国内经济增长速度基本两位数，保持快速发展的态势。但与此同时，道路货物运输还是滞后于经济发展，并不能很好适应经济发展的要求，需要该省道路运输业加大投资力度，加快发展步伐。
- 3) 从散点分布图看，2007-2012 年间，某省随着经济发展，产业结构升级，货物周转量与 GDP 的弹性系数存在的逐年波动说明：国内经济的发展和道路运输货物的增长之间存在交替推拉效应。“推拉效应”认为，国内经济增长与交通运输业发展通常是相互影响的，交通运输业的发展将推动国内经济的增长；反之，国内经济的增长也会带动交通运输业的发展。“推动效应”可定义为交通运输业产出增长所引起的国内经济增长。“拉动效应”可定义为国内经济增长所带动的交通运输业产出的增长。在货物周转量与 GDP 增长速度的比较上可以看出，2007-2012 年间，“推动效应”大于“拉动效应”时，表明某省已有一定的经济基础，而道路货物运输是其进一步发展的制约因素。

从总的趋势来看，随着某省道路运输业的投资力度加大，交通基础设施建设投资迅猛发展，货物运输企业集约化规模化的提高，可以预计，货物周转量与 GDP 的弹性系数将会逐渐上升。

同理，可得到某省客运周转量与 GDP 的弹性系数，如表 5-4 所示：

表 5-5 某省公路客运周转量与 GDP 的弹性系数

年份	GDP(亿元)	GDP增长率 (%)	客运周转量	客运周转量增长率 (%)	弹性系数
2007	249530	—	449.51	—	—
2008	314045	25.85	479.53	6.68	0.25
2009	335353	6.78	519.87	8.41	1.24
2010	397983	18.67	531.63	2.26	0.12
2011	458218	15.13	571.5	7.5	0.49
2012	519322	13.33	617.87	8.11	0.61

注：弹性系数=货运周转量增长率/GDP 增长率

根据表 5-5 计算得出的弹性系数，得到某省公路运输客运周转量与 GDP 的弹性系数散点分布图如下：

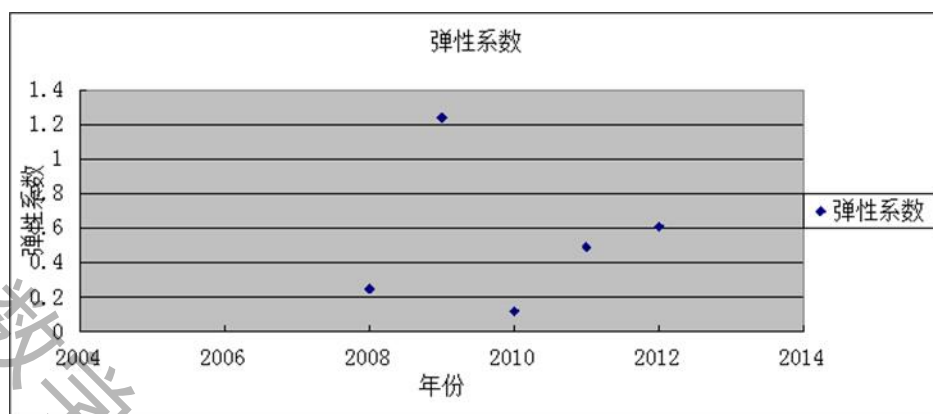


图 5-3 客运周转量与 GDP 的弹性系数散点分布图

从图 5-3 可以看出，某省客运周转量与 GDP 的弹性系数总体上随着经济的不断增长，第三次产业的迅速扩展而呈现上升趋势。奥运会期间，旅客运输弹性系数呈现上升趋势，2009-2010 年呈下降趋势，2010 年以后呈上升趋势。分析如下：

- 1) 08 年客运周转量与 GDP 的弹性系数逐步上升，一方面是因为奥运会期间，客流人数增多，该省加强了客运站场建设。加快客运班线的投放。一方面是由于交通工具的发展，使人们的出行逐渐变得更加方便。
- 2) 09-10 年的弹性系数呈下降趋势，是由于该段期间流感的传播，减少了客运量。

5.3 交通建设对经济影响的回归分析(问题一)

5.3.1 交通运输与经济发展的相关分析

交通运输作为国内经济的流动载体，沟通生产和消费，是经济发展诸多影响因素中非常重要的一个。考察交通运输的发展历程，可以发现，交通的发展与经济的发展是密不可分的。基于这样的理论基础，我们选择了运输的产值来代表交通运输水平，选择 GDP 来衡量经济发展水平，其结果如图 5-5 下：

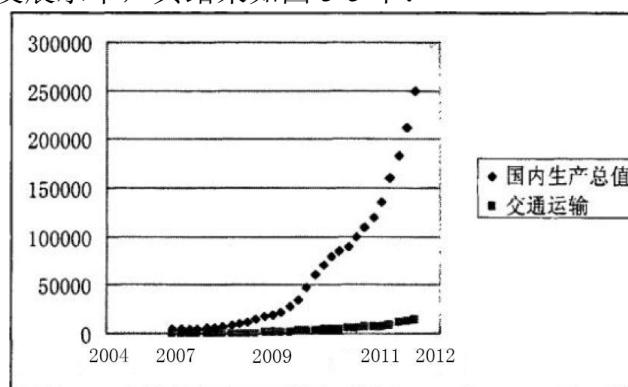


图 5-5 国内生产总值与交通运输发展的关系图

表 5-6 国内生产总值与交通运输的相关分析输出结果（相关性）

参赛队号#1090

		GDP	交通运输
GDP	Pearson Correlation	1	.999**
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	30	30
交通运输	Pearson Correlation	.999**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	30	30

从图 5-5 中我们可以看出交通运输对经济发展的促进作用是巨大的。

表 5-6 的检测结果显示：

第一行中的数值是行变量和列变量的相关系数矩阵。行列相同其系数为 1.变量国内生产总值和交通运输的相关系数达到了 0.999，且系数的显著性水平为 0.01；

第二行中数值是相关系数为 0 的假设检验成立的概率，结果均小于 0.001；

第三行中的数值是参与该相关系数计算的观测量数目，均为 30.

由上面的分析我们可以确定交通运输与经济发展之间存在非常密切关系。

5.3.2 交通运输对经济发展贡献率的回归分析

同相关分析一样，我们选择了交通运输的产值来代表交通运输水平，选择 GDP 来衡量经济发展水平，并建立相应的模型来分析两个变量之间的关系。

5.3.2.1 建立模型

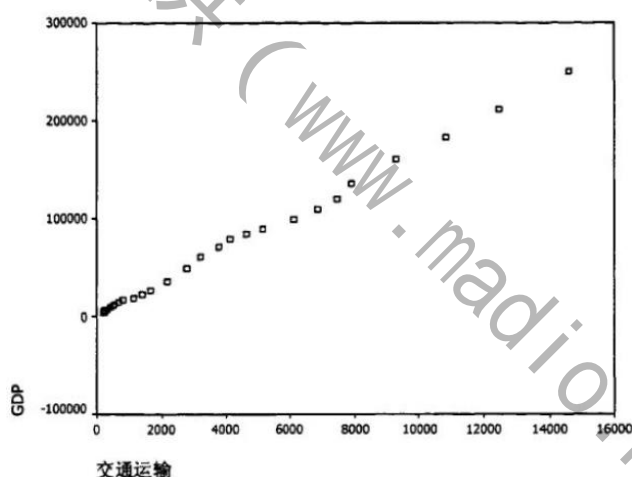


图 5-6 两个变量的散点图

通过散点图（图 5-6）我们可以看到两个变量的关系线性相关的。因此我们构建以下模型：

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X + \varepsilon$$

其中的 Y 代表经济发展水平，X 代表交通运输的发展水平。

5.3.2.2 选择数据

本文从中国统计年鉴上选择了 2007-2012 年交通运输的收入和国内生产总值的相关数据，并对部分的数据进行了修改，清除了通货膨胀的影响。

5.3.2.3 回归分析过程

本文运用 SPSS 软件对数据进行分析，主要的结果如下图所示。

第一，进行方差分析。

进行方差分析主要是对回归平方和、残差平方和进行检测，看其拟合效果如何，结果见下表：

表 5-7 方差分析

ANOVA					
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F
1	Regression	1.4E+11	1	1.362E+11	11157.02
	Residual	3.4E+08	28	12205253.6	
	Total	1.4E+11	29		

a. Predictors: (Constant), 交通运输

b. Dependent Variable: GDP

由上表可得出，残差平方和是很小，回归平方和比较合理，这说明，实测值与预测值之差达到最小，方程的拟合效果比较好。

第二，进行回归结果分析。

此步中可以得出模拟的方程以及共线性统计量，标准化回归系数、偏回归系数的值。结果见下表：

表 5-8 回归方程的输出结果及检测

Coefficients									
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	% Confidence Interval for B		Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Tolerance	VIF
1	(Constant)	1406.024		1.621	.116	-370.605	3182.652		
	交通运输	16.833	.999	105.627	.000	16.507	17.160	1.000	1.000

a. Dependent Variable: GDP

通过上表的分析可以得到如下方程： $Y=1406.024+16.833X$

回归系数的显著性水平小于 0.001，因为只有一个变量，所以容忍度 1，不是很小；方差膨胀因子也为 1，数值不大不存在共线性的问题。

第三，进行残差分析。

进行残差分析的目的是检测所见的方程是否符合方差齐性的假说排除异方差性，说明方差的拟合效果好，输出的结果如下：

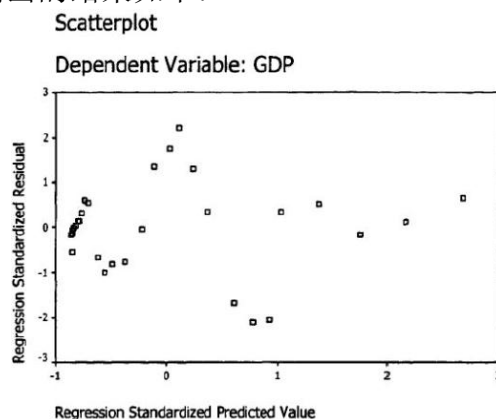


图 5-7 残差分析散点图

从图 5-7 中 GDP 的标准化预测值与其残差散点图可以看出绝大部分观测量都落在垂直围绕-2~2 的范围内，预测值与残差之间没有明显关系，所以回归方程应该满足线性与方差齐性的假设且拟合效果较好。

从 $Y=1406.024+16.833X$ 这个方程中可以看出，交通运输每增长一个百分点就能实现经济的 16.833% 增长。

5.4 灰色关联度模型（第二问）

5.4.1 调整调查项目

交通运输可以使流动资本从某一个地区释放出来，而在别的地方作为固定资本产生更大的效益。运输条件的改善可以帮助克服生产中的瓶颈状态，从而进一步促进经济扩张。所以交通建设以及交通运输对一个国家的国内经济的影响是巨大的。

为了提高问题一中的模型的精度，需要对现有的调查项目做如下调整：

1. 设计问卷时增加对运输汽车的运输距离的调查
2. 设计问卷时增加对汽车购买后每年的折旧金额的调查
3. 设计问卷时增加对汽车使用年限的调查
4. 设计问卷时增加对汽车购买后何时投入使用的调查
5. 设计问卷时增加对各时期各类物价的调查
6. 设计问卷时增加对居民生活水平的调查

5.4.2 理由

- 1) 由表5-1及图5-1可知客运量、货运量、客运周转量、货运周转量对GDP的增长会产生影响，所以在计算时应该有更为精确的数据。由以上定义可知，客运周转量是指在一定时期内运送旅客数量与平均运输距离的乘积，即客运周转量=客运量*客运平均运输距离。所以应对客运平均运输距离进行调查。同理，亦应对货运平均运输距离进行调查。综上所述我们需要问卷调查一下客运平均运输距离跟货运的平均运输距离。
- 2) 汽车购买后的折旧费关系到汽车拥有人每年的投资情况，所以应调查一下汽车购买后每年的折旧费。
- 3) 汽车购买后的使用年限关系到汽车拥有人的固定资产和市场流通问题，所以需要调查一下汽车购买后的使用年限。
- 4) 汽车购买后何时使用对每一年在营运的车辆会有一个很好的数量控制，能更为精确的计算乘客数、货运数。
- 5) 通货膨胀和通货紧缩都会对全国的GDP产生影响，同样会影响到交通运输对GDP的影响，所以应当对各时期各类物价的情况做一下调查以便于了解当时通货的情况，然后通过一系列的运算来求出单纯的交通运输对GDP的影响。
- 6) 每年居民消费水平的调查将直接影响模型进行过程中的数量统计，所以应对居民消费水平进行调查。

通过以上数据调查，会采用更新的数据模型——灰色关联度模型。该模型系统理论克服了回归分析的种种弊病和不足，采用关联度分析来做系统分析。因素分析的比较，

实质上是几种曲线间几何形状的分析比较，即认为几何形状越接近，则发展变化态势越接近，关联程度越大。因此，这种分析方法不会出现异常。

首先，关联度分析是以数列曲线间的差值的大小作为关联度大小的测量。因此将曲线间差值的大小作为关联程度的衡量尺度。

对于一个参考数列 x_0 ，有好几个比较数列的情况，可以用下述关系表示各比较曲线与参考曲线在各点的差。

$$\sigma_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + 0.5 \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + 0.5 \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

其次，关联系数的系数很多，信息过于分散，不便于比较，为此提出关联度的概念，

$$r_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \sigma_i(k)$$

其一般表达式为：

所以应该对以上 6 种数据进行调查，一遍进行更深入的研究与调查。

6 模型的误差分析

由于表中数据过多，且其中有不完整信息的数据，在统计时将信息不完整的数据剔除，剩余数据不足以代表全部数据的准确性，对数据的统计存在一定的误差。

在投入产出模型中，由于计算货运及客运周转量需要其行车距离，所以在误差范围允许的范围内，对其采用假设距离等同的方法，对其周转量会产生一定的误差。

所有的车辆在购买完成之后会不会马上投入使用时，我们假设其默认的都为马上使用，这样会对造成误差。

在投入产出模型中，因为前向波及效果以及消费波及效果影响过小，在统计计算时，忽略其的存在，以此计算得出的贡献值以及贡献率产生了一定的误差。

7 模型的评价

1. 为了能最准确的得到问题的最优解，采用了不同的方法建立了多个模型，从多个角度证明了公路运输对国内经济的影响。
2. 在问题一统计时，通过筛选与交通运输业相关最密切的九个产业部门，得到一个相对简单的投入产出表，然后建立投入产出模型。通过公路运输业对国内经济的直接效果、波及效果、贡献值、贡献度四个参数的求解，描述公路运输业对国内经济的影响。通过建立回归模型求解贡献率，将交通运输业的发展与国内生产总值的发展联系起来。基于以上三者的建模可得出结论：公路运输业的发展会带动国内生产总值的发展。使用运输经济弹性分析法分析数据，得出结论：公路运输行业为拉动第一产业和第三产业发挥了重要作用，更进一步证明了：公路运输业的发展将会推动国内生产总值的发展，而且两者之间互相有带动作用。
3. 由于条件有限，投入生产模型并没有涉及对交通运输业的消费方面和就业方面的分析，这使得公路运输业对国内经济的贡献度存在误差。
4. 本文运用 MathType 数学工具，用数学软件 MATLAB 和 SPSS 编程和处理数据的方法，严格地对模型进行求解，具有一定的科学性和准确性。
5. 利用 Excel 等软件处理数据并作出各种图表，简便，直观，快捷。

八、模型的推广

本模型的建立对于当今以及以后国内经济的发展具有重要意义。具有很强的应用性，除本问题考虑的其他因素不变或者其他因素对模型的影响可以忽略时，通过该模型可以清楚的发现公路运输业与国内经济发展之间的关系，便于国家以及政府及时的对公路运输业做出正确的政策调整。

参考文献

- [1]荣朝和，论运输化，北京：中国社会科学出版社，1993 年 8 月。
- [2]熊永钧.运输与经济发展[M].中国铁道出版社，1998 第 54 页；
- [3] 陈 蕾，道 路 运 输 与 国 内 经 济 发 展 的 互 动 关 系 研 究，
<http://www.docin.com/p-176823732.html>
- [4] 陈 蕾，道 路 运 输 与 国 内 经 济 发 展 的 互 动 关 系 研 究，
<http://www.docin.com/p-176823732.html>
- [5] 庞 宇 征，公 路 运 输 业 对 国 内 经 济 的 贡 献 研 究，
<http://www.docin.com/p-343522536.html>
- [6] 庞 宇 征，公 路 运 输 业 对 国 内 经 济 的 贡 献 研 究，
<http://www.docin.com/p-343522536.html>

附录

1.后向波及率拟合代码

```

>> x=1:3
>> y=1:4
>> z=[0.28136
0.28122
0.08107
0.58346;
0.02975
1.12949
1.14160
3.18037;
-1.05014
1.84444
-2.96134
-2.91428 ]'
      z =0.2814      0.2812      0.0811      0.5835      0.0297      1.1295      1.1416
3.1804   -1.0501      1.8444   -2.9613   -2.9143
>> surf(x,y,z)
>> z=[0.28136 0.46870 0.03378 0.82657;
0.00248 0.04706 0.28546 77.12407 -0.43756;
41.34624 -66.38334 -65.32840]
>> z=[0.28136 0.46870 0.03378 0.82657;
0.00248 0.04706 0.28546 77.12407 ;-0.43756
41.34624 -66.38334 -65.32840]
>> z1=[0.28 0.28 0.08 0.58;]
z1 =   0.2800   0.2800   0.0800   0.5800
>> z11=[0.28 0.28 0.08 0.58;0.03 1.13 1.14 3.18 ;1.05 1.84 -2.96 -2.91]
>> [x,y]=meshgrid(x,y)
x =   1       2       3
      1       2       3
      1       2       3
      1       2       3

```

参赛队号#1090

```

y = 1      1      1
     2      2      2
     3      3      3
     4      4      4

>> z11=[0.28 0.28 0.08 0.58;0.03 1.13 1.14 3.18 ;1.05 1.84 -2.96 -2.91]
z11 =0.2800    0.0300    1.0500
     0.2800    1.1300    1.8400
     0.0800    1.1400   -2.9600
     0.5800    3.1800   -2.9100

>> surf(x,y,z11)

>>xi=linspace(1,3,0.25);yi=linspace(1,4,0.27);[xi,yi]=meshgrid(xi,yi);zi=interp2(x,y,z11,
xi,yi,'linear');surf(xi,yi,zi)

>>xi=linspace(1,3,0.05);yi=linspace(1,4,0.05);[xi,yi]=meshgrid(xi,yi);zi=interp2(x,y,z11,
xi,yi,'linear');surf(xi,yi,zi)

>>xi=linspace(1,3,31);yi=linspace(1,4,41);[xi,yi]=meshgrid(xi,yi);zi=interp2(x,y,z11,xi,
yi,'linear');surf(xi,yi,zi)

>>xi=linspace(1,3,0.25);yi=linspace(1,4,0.27);[xi,yi]=meshgrid(xi,yi);zi=interp2(x,y,z11,
xi,yi,'cubic');surf(xi,yi,zi)

>>xi=linspace(1,3,31);yi=linspace(1,4,41);[xi,yi]=meshgrid(xi,yi);zi=interp2(x,y,z11,xi,
yi,'cubic');surf(xi,yi,zi)

```