

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：2958

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

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：2958

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；客货周转量；公路运输业；GDP

摘 要：

本文以公路运输业与 GDP 的构成与发展为背景，研究了题目中某省的公路运输对 GDP 的影响。结合 GDP 的构成产业与公路运输的组成部分，对 GDP 中公路运输的主要影响因素进行提炼，并在此基础上建立了线性回归模型，求得其之间的一定的相关系数。

通过分析给定的数据，考虑了公路运输本身因素对自身的影响，运用 SPSS 进行多元线性回归分析、相关分析，得出了各因素的影响程度及它们之间的关系，计算出公路运输自身对于 GDP 的直接影响与贡献。

通过对产业的划分与分析，采用投入产出模型，运用 C 语言对于矩阵的运算等方法，测算出公路运输业与各行业之间的关系，从而得到公路运输对 GDP 的波及效果。

交通运输是国民经济的基础产业，公路运输业是交通运输的重要组成部分。通过对权威数据的分析，得出公路运输与 GDP 增长之间的重要指标——客货运周转量。对数据进行分类，分为旅客运输和货物运输两个方面。用 excel 进行分聚类与求和，利用已知数据算出中间数据，最后根据公式计算出客运周转量和货运周转量，证明数据中公路运输与 GDP 增长具有正相关的密切联系，且计算出它们在数量上的对应关系。

以公路运输与 GDP 的相互作用数据分析作为基础，本文利用了投入产出法、宏观经济学及微观经济学的理论与方法，将定量与定性相两个方面相结合，从科学、系统的角度进行研究与计算。通过计算出的数据，从一定程度上说明客货运输、公路建筑业与国民经济与其他产业的关系，同时得出了公路运输促进国民经济及其他产业的发展的方式。

最后，在利用调查数据进行分析计算的过程中，以及在对公路客货运输量、和投入产出模型进行研究时，发现其中存在的精度和不可避免误差等方面的问题。通过对对现有的调查方向、目标、范围等进行调整，以改进我们使用的数学模型。

参赛队号： #2958

所选题目： C

参赛密码 _____
(由组委会填写)

The Influence of Road Transport Industry on GDP Abstract

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

This essay studies the subject in the province of highway transportation's impact on GDP, which is based on highway transportation's industry, the construction of the GDP and the development as the background. Combining the each industry of GDP and the parts of highway transportation, we refine the major factors of highway transportation's impact on GDP and build the linear regression model.

Analyzing the known data, considering the influence of highway transportation on itself, using the SPSS to do the Multiple Linear Regression Analysis, the Correlation Analysis, we can get the influence degree of various factors and the relationship between them. According to this, we can value the direct contribution of highway transportation to GDP.

Through the classification and analysis of the industry, using input-output model, using C language for the matrix operation method, we calculate the relationship between highway transportation industry and the other industries, so as to obtain the effect of road transportation on GDP.

Transportation is the basic industry of national economy, and highway transportation is an important part of transportation. Through the analysis of authoritative data, we can draw the important index between highway transportation and GDP growth -- freight ton-kilometers. For data classification, it was divided into two aspects of passenger transport and cargo transport. Using Excel clustering and summation and the known data to calculate the intermediate data, we calculate the turnover volume of passenger traffic and freight turnover according to the formula, which is proved to be closely positively related to road transport and GDP growth data. Besides, we calculate their in the number of the corresponding relationship.

Based on the data interaction between highway transportation and GDP analysis as the foundation, this paper uses the theory and method of input-output method, macroeconomics and microeconomics, combining the two aspects of quantitative and qualitative analysis, research and calculation science, from the system point of view. Through the calculated data, we can explain the relationship of passenger and freight transport, road construction industry and national economy and other industries in a certain degree. At the same time, we got the relationship between highway transportation and promoting the development of national economy and other industries on the way.

Finally, during the process analysis and calculation in the use of survey data, and carried out the research in the input-output model of highway passenger traffic, we found the existing precision and unavoidable error problem etc.. So we adjust the investigation, the existing target and scope in order to improve the mathematical model we use.

Key words: input-output model, passenger turnover quantity, Highway transport industry, gross domestic product (GDP)

参赛队号 # 2958

目录

一、问题的重述与分析.....	1
1.1 问题的重述.....	1
1.2 问题的分析.....	2
二、问题的假设.....	2
三、符号与说明.....	3
四、基本理论和数学模型.....	2
4.1 国内生产总值核算.....	2
4.1.1 生产法.....	2
4.1.2 收入法.....	2
4.1.3 支出法.....	3
4.2 投入产出核算.....	3
4.2.1 投入产出法.....	3
4.2.2 投入产出表.....	4
4.2.3 投入产出模型.....	5
4.3 相关分析.....	7
4.3.1. 相关分析概念及公式.....	7
4.4 二元线性回归分析.....	8
4.4.1 概念及公式.....	8
4.4.2 最小二乘法.....	8
五、问题一的模型分析与求解.....	9
5.1 公路运输与 GDP 关系分析.....	9
5.2 对表格“2012 公路运输调查数据”的分析.....	11
5.2.1 对载物汽车的分析.....	12
5.2.2 对载客汽车的分析.....	14
5.3 对表格“2007 公路建筑业投入产出表”的分析.....	16
5.3.1 单项重要数值.....	16
5.3.2 计算 GDP.....	16
5.3.3 重要特征分析.....	16
5.3.4 投入产出产业表.....	16
5.3.5 投入产出模型体系.....	18
5.4 总结.....	22
5.4.1 公路建设对 GDP 的贡献.....	22
5.4.3 对 2007 年投入产出表.....	23
5.4.4 小结.....	24
5.4.5 存在的问题.....	24
六、问题二的提出与解决方法.....	24
6.1 对附件一抽样调查数据的调整.....	25
6.2 对附件投入产出表的调整建议.....	25
七、参考资料.....	26
八、附录.....	26

一、问题的重述与分析

1.1 问题的重述

交通运输作为国民经济的载体，沟通生产和消费，在经济发展中扮演着极其重要的角色。社会在不断的发展，交通运输产业的发展与社会的发展相辅相成。交通运输是国民经济的先行官，发展经济，交通先行，是经济发展的内在规律。

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，主要承担中短途客货运输。交通建设和客货运输对发展公路运输起着关键性的用，而公路运输对国内生产总值（GDP）增长的贡献表现为直接贡献、波及效果、对于相关行业的直接消费以及创造就业机会等几个方面。

首先，通过对某省的统计部门问卷调查获得的公路运输基本情况的数据以及公路运输与其他产业之间的联系数据进行分析，建立模型估计该省公路运输业对于 GDP 的影响。其次，在对数据分析的过程中，考虑所获得数据的情况与实际需要运用数据的项目之间的差异造成的估计误差，做出对现有的调查项目调整方向的陈述以及理由说明。

1.2 问题的分析

通过分析客货运输表和公路建筑业投入产出表，得到相关的数据及相对的关系与公路运输对国民经济的直接贡献和波及贡献。在对表格的研究中，波及贡献包括了前向波及、构想波及、消费波及和创造就业机会。

在对经济贡献的范围界定后，将对本文将要应用到的理论方法和数学模型进行阐述。如运用 SPSS 软件对客货运输量的整体分析、GDP 的计算方法选择、对给出的公路建筑业投入产出表建立数学模型。确定了定性与定量分析的方法后，对于两张表格所给出的参数值先进行前期的处理，并根据理论方法和数学模型进行具体测算，得到公路运输业对于 GDP 的影响，分析出公路运输业对其他行业的依赖程度，以及与其他部门之间的关联程度，发现客货运输中的潜在规律。在具体应用理论进行测算和结果分析过程中，发现调查的数值的不适用性和精度等方面的问题，找到解决的方法，提出合理完善建议。

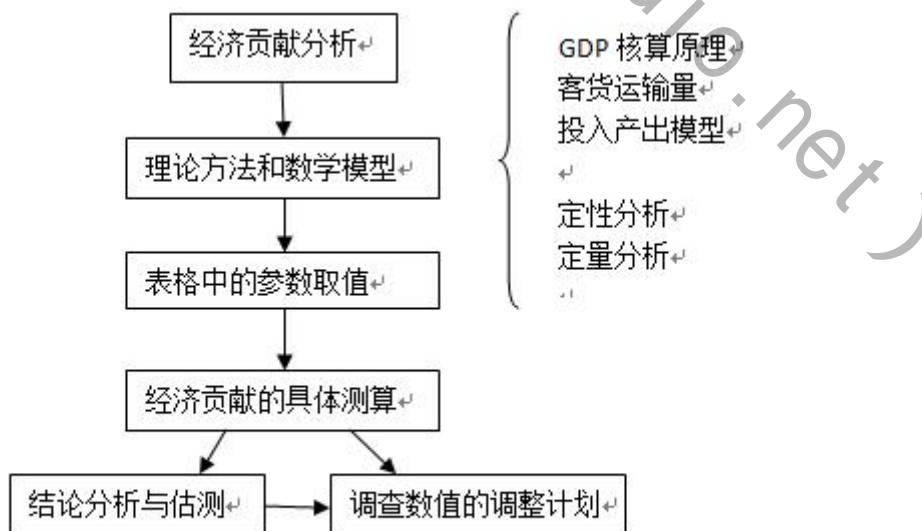


图 1.1 分析研究流程图

二、问题的假设

1. 假设公路运输的某些指标（货物周转量、旅客平均运距、客运量总计）和 GDP 增长成正相关；
2. 忽略统计数据中的误差值，不同统计方法中的统计误差；
3. 在计算的过程中，对最终结果的取值四舍五入；
4. 同质性假定：假定每个产品部门只生产一种同质产品，不同产品部门的产品之间不能相互替代。即消耗结构、生产工艺、经济用途相同，也称同质产品的集合体。
5. 比例性假定：部门的产出量和投入量成正比例关系。只有这样才能保证产出与投入成线性函数关系。
6. 消耗系数相对稳定性假定：即假定在一定时期（1 年）里，各种消耗系数是相对稳定的。

三、符号与说明

符号	意义
x_{ij}	国民经济中第 i 部门向第 j 部门作为中间产品的投入量，即第 j 部门对第 i 部门的使用量；
y_{ij}	国民经济中第 i 部门最终使用的分配
x_i	国民经济中第 i 部门的总产出
y_i	第 i 部门的产品作为最终使用的数量
d_e	公路运输业的直接贡献
z_j	公路运输业对国内生产总值的增加值系数
Δx	公路运输业增加的产值
X_j	部门 j 的总投入
a_{Dj}	直接折旧系数
D_j	部门 j 生产单位产品所提取的固定资产折旧数额
a_{Nj}	国民收入系数，亦称净产值系数
N_j	部门 j 生产单位产品所创造的增值数额
a_{ij}	直接消耗系数，又叫投入系数
a_{vj}	劳动报酬系数
V_j	部门 j 生产单位产品需支付的劳动报酬金额
a_{mj}	社会纯收入系数
M_j	部门 j 生产单位产品所能提供的社会纯收入

参赛队号 # 2958

a_{Lj}	直接劳动消耗系数
L_j	部门 j 生产单位产品所需投入的劳动力数量
b_{ij}	完全消耗系数

四、基本理论和数学模型

4.1 国内生产总值核算

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。

GDP 是国民经济核算的核心指标, 也是衡量一个国家或地区经济状况和发展水平的重要指标。GDP 核算有三种方法, 即生产法、收入法和支出法, 三种方法从不同的角度反映国民经济生产活动成果。

4.1.1 生产法

用生产法核算 GDP, 是指按提供物质产品与劳务的各个部门的产值来计算国内生产总值。生产法又叫部门法。这种计算方法反映了国内生产总值的来源。

运用这种方法进行计算时, 各生产部门要把使用的中间产品的产值扣除, 只计算所增加的价值。商业和服务等部门也按增值法计算。卫生、教育、行政、家庭服务等部门无法计算其增值, 就按工资收入来计算其服务的价值。在中国的统计实践中, 收入法计算 GDP 分为四项:

$$\text{GDP} = \text{劳动者报酬} + \text{生产税净额} + \text{固定资产折旧} + \text{营业盈余}$$

第一项为劳动者报酬。是指劳动者因从事生产活动所获得全部报酬。包括劳动者获得的各种形式的工资、奖金和津贴, 既包括货币形式的, 也包括实物形式的; 还包括劳动者所享受的公费医疗和医药卫生费、上下班交通补贴和单位支付的社会保险费等。

第二项为生产税净额, 指生产税减生产补贴后的余额。生产税指政府对生产单位生产、销售和从事经营活动, 以及因从事生产活动使用某些生产要素 (如固定资产、土地、劳动力) 所征收的各种税、附加费和规划费。生产补贴与生产税相反, 是指政府对生产单位的单方面的收入转移, 因此视为负生产税, 包括政策亏损补贴、粮食系统价格补贴、外贸企业出口退税等。

第三项为固定资产折旧, 是指一定时期内为弥补固定资产损耗按照核定的固定资产折旧率提取的固定资产折旧。它反映了固定资产在当期生产中的转移价值。

第四项为营业盈余, 是指常驻单位创造的增加值扣除劳动报酬、生产税净额和固定资产折旧后的余额。它相当于企业的营业利润加上生产补贴。^[2]

4.1.2 收入法

收入法核算 GDP，就是从收入的角度，把生产要素在生产中所得到的各种收入相加来计算的 GDP，即把劳动所得到的工资、土地所有者得到的地租、资本所得到的利息以及企业家才能得到的利润相加来计算 GDP。这种方法又叫要素支付法、要素成本法。收入法计算的公式就是：

$$\text{GDP} = \text{工资} + \text{利息} + \text{利润} + \text{租金} + \text{间接税和企业转移支付} + \text{折旧}$$

也可看成是 $\text{GDP} = \text{生产要素的收入} + \text{非生产要素的收入}$

从理论上讲，用收入法计算出的 GDP 与用支出法计算出的 GDP 在量上是相等的。

4.1.3 支出法

支出法核算 GDP，就是从产品的使用出发，把一年内购买的各项最终产品的支出加总而计算出的该年内生产的最终产品的市场价值。这种方法又称最终产品法、产品流动法。从支出法来看，国内生产总值包括一个国家(或地区)所有常住单位在一定时期内用于最终消费、资本形成总额，以及货物和服务的净出口总额，它反映本期生产的国内生产总值的使用及构成。

如果用 Q_1 、 Q_2 …… Q_n 代表各种最终产品的产量， P_1 、 P_2 …… P_n 代表各种最终产品的价格，则使用支出法核算 GDP 的公式是：

$$Q_1 P_1 + Q_2 P_2 + \cdots + Q_n P_n = \text{GDP}$$

$$\text{GDP} = \text{最终消费} + \text{资本形成总额} + \text{货物和服务净出口}$$

在现实生活中，产品和劳务的最后使用，主要是居民消费、企业投资、政府购买和出口。因此，用支出法核算 GDP，就是核算一个国家或地区在一定时期内居民消费、企业投资、政府购买和净出口这几方面支出的总和。通过支出法计算的 GDP，我们可以计算出消费率和投资率。所谓消费率就是最终消费占 GDP 的比率，所谓投资率就是资本形成总额占 GDP 的比率。

4.2 投入产出核算

4.2.1 投入产出法

4.2.1.1 内涵：

投入产出作为一种科学的分析方法和理论，它是研究国民经济体系中或区域经济体系中各个产业部门间投入与产出的相互依存关系的数量分析方法，然而它不仅仅局限于分析产业间联系，还可以利用产业间投入与产出的有关数量比例去研究国民经济中的其他方面的问题。

投入产出的“投入”是指产品生产出来后所分配的去向、流向，即使用方向和数量，又叫流量，例如用于生产消费、生活消费和积累。

投入产出法是投入产出理论的具体应用，是“把一个复杂经济体系中各部门之间的相互依存关系系统地数量化的方法”。它借助投入产出表，对各产业间在生产、交换和分配上的关联关系进行分析，然后利用产业间关联关系的特点，为经济预测和经济计划服务。

参赛队号 # 2958

4.2.1.2 特点：

(1) 它从国民经济是一个有机整体的观点出发，综合研究各个具体部门之间的数量关系（技术经济联系）。整体性是投入产出法最重要的特点。

(2) 投入产出表从生产消耗和分配使用两个方面同时反映产品在部门之间的运动过程，也就是同时反映产品的价值形成过程和使用价值的运动过程。

(3) 从方法的角度，它通过各系数，一方面反映在一定技术和生产组织条件下，国民经济各部门的技术经济联系；另一方面用以测定和体现社会总产品与中间产品、社会总产品与最终产品之间的数量联系。

4.2.2 投入产出表

投入产出表也称里昂惕夫表或产业联系表。它是以矩阵的形式，记录和反映一个经济系统在一定时期内各部门之间发生的产品及服务流量和交换关系的工具。投入产出表是产业关联分析的基本工具，分为实物型和价值型两种。

4.2.2.1 实物型投入产出表：

以实物单位计量的投入产出表，它是投入产出表的基本形式。

	农业	制造业	居民	总产出
部门甲：农业	25	20	55	100 蒲式尔小麦
部门乙：制造业	14	6	30	50 码布
部门丙：居民	80	180	40	300 劳动人年

图 4.1

4.2.2.2 价值型投入产出表：

以货币单位计量、表现为价值的投入产出表，使用最为广泛的一种。

	农业	制造业	居民	总产出
部门甲：农业	50	40	110	200
部门乙：制造业	70	30	150	250
部门丙：居民	80	180	40	300
总投入	200	250	300	

图 4.2

4.2.2.3 投入产出表的一般形式：

一象限：N 个部门或产业纵横交叉，反映了国民经济各个部门之间的生产技术联系，即相互需求关系。这部分是投入产出的核心；

二象限：反映最终产品的使用情况，即积累和消费的情况；

三象限：反映固定资产和新创造价值（劳动者报酬、社会纯收入）反应国民收入的初次分配；

四象限：反映了国民收入的再分配情况，不太常用。

参赛队号 # 2958

表 2.1 价值型投入产出表

投入 \ 产出		中 间 产 出					最 终 产 出				总 产 出
		部门 I	部门 2	...	部门 n	合计	积累	消费	出口	合计	
中 间 投 入	部门 I	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}	$\sum_j x_{1j}$				Y_1	X_1
	部门 2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}	$\sum_j x_{2j}$				Y_2	X_2
	...	...	...	...	...	...		II		...	...
	部门 n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nn}	$\sum_j x_{nj}$				Y_n	X_n
	合计	$\sum_i x_{i1}$	$\sum_i x_{i2}$	...	$\sum_i x_{in}$	$\sum_{i,j} x_{ij}$				$\sum_i Y_i$	$\sum_i X_i$
增 加 值	折旧	d_1	d_2	...	d_n	$\sum_{j=1}^n d_j$					
	劳动者报酬	v_1	v_2	...	v_n	$\sum_{j=1}^n v_j$					
	生产税净额	m_1	m_2	...	m_n	$\sum_{j=1}^n m_j$					
	营业盈余	r_1	r_2	...	r_n	$\sum_{j=1}^n r_j$					
	合计	z_1	z_2	...	z_n	$\sum_{j=1}^n z_j$					
总投入		X_1	X_2	...	X_n	$\sum_{j=1}^n X_j$					

图 4.3

4.2.2.4 投入产出表中产业的划分

参照《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2002）和中国的实际情况，季度 GDP 核算的行业划分采用三级分类。第一级分类直接采用国家统计局 2003 年制定的《三次产业划分规定》，分为第一产业、第二产业和第三产业，但在第三产业中剔除国际组织部分。

第二级分类基本上采用国民经济行业分类中的门类，分为农林牧渔业，工业，建筑业，交通运输、仓储和邮政业，批发和零售业，住宿和餐饮业，金融业，房地产业，其他服务业等 9 个行业。其中工业包含采矿业，制造业，电力、燃气及水的生产和供应业 3 个门类行业；其他服务业包含信息传输、计算机服务和软件业，租赁和商务服务业，科学研究、技术服务和地质勘查业，水利、环境和公共设施管理业，居民服务和其他服务业，教育，卫生、社会保障和社会福利业，文化、体育和娱乐业，公共管理与社会组织等 9 个门类行业。

4.2.3 投入产出模型

4.2.3.1 投入产出分析的模型体系

由于人们的社会经济活动是多方面的（生产、分配、交换、消费）、多层次的（宏观、中观、微观）、多因素和多目标的（多变量），同时又具有时间和空间的变化，因而用投入产出方法来描述、分析、预测和计划社会经济活动，就存在着多种形式的投入产出表式。与此相应，也就有多种投入产出模型。

参赛队号 # 2958

投入产出分析模型的种类，根据所反映的不同的空间属性、价值属性、时间属性、内容属性可以有不同的分类，他们共同构成投入产出分析的模型体系。

4.2.3.2 各类系数的计算和确定

(1) 直接消耗系数：又叫投入系数，其经济含义是生产 j 单位产品所直接消耗的 i 产品的数量是依据投入产出表的数据，将各产业部门的总产品去除它所消耗的各种投入要素分量。直接消耗系数的计算公式为：

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

(2) 直接折旧系数：其经济含义是某产业部门生产单位产品所提取的直接折旧费用的数额。其计算公式为：

$$a_{Dj} = \frac{D_j}{X_j} (j = 1, 2, \dots, n)$$

(3) 国民收入系数 亦称净产值系数，表示某产业部门生产单位产品所创造的国民收入或净产值的数额。其计算公式为：

$$a_{Nj} = \frac{N_j}{X_j} (j = 1, 2, \dots, n)$$

(4) 劳动报酬系数：该系数是指某产业部门生产单位产品需支付的劳动报酬数量。其计算公式为：

$$a_{vj} = \frac{V_j}{X_j} (j = 1, 2, \dots, n)$$

(5) 社会纯收入系数：该系数表示某产业部门生产单位产品所能提供的社会纯收入数量。该系数计算公式为：

$$a_{Mj} = \frac{M_j}{X_j} (j = 1, 2, \dots, n)$$

(6) 直接劳动消耗系数：该系数是表示某产业部门生产单位产品所需投入的劳动力数量，它是依据实物型投入产出表来计算的。其公式为：

$$a_{Lj} = \frac{L_j}{X_j} (j = 1, 2, \dots, n)$$

(7) 完全消耗系数：

完全消耗系数是直接消耗联系与间接消耗联系的全面反映。它能深刻地反映一个部门的生产与本部门和其他部门发生的经济数量关系，因此它比直接消耗系数更本质、更全面地反映部门内部和部门之间的技术经济联系，这对正确地分析国民经济、产业结构是十分重要的。

完全消耗系数的经济含义是指某产业部门单位产品的生产对各产业部门产品的直接消耗量和间接消耗量的总和。也就是说，完全消耗系数等于直接消耗系数、间接消耗系数之和。用公式表示如下：

参赛队号 # 2958

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

通过编制投入产出表和模型，能够清晰地揭示国民经济各部门、产业结构之间的内在联系；特别是能够反映国民经济中各部门、各产业之间在生产过程中的直接与间接联系，以及各部门、各产业生产与分配使用、生产与消耗之间的平衡（均衡）关系。正因为如此，投入产出法又称为部门联系平衡法。此外，投入产出法还可以推广应用于各地区、国民经济各部门和各企业等类似问题的分析。当用于地区问题时，它反映的是地区内部之间的内在联系；当用于某一部门时，它反映的是该部门各类产品之间的内在联系；当用于公司或企业时，它反映的是其内部各工序之间的内在联系。^[3]

4.3 相关分析

4.3.1. 相关分析概念及公式

4.3.1.1 线性相关分析

研究两个变量间线性关系的程度。相关系数是描述这种线性关系程度和方向的统计量，用 r 来描述。如果变量 Y 与 X 间是函数关系，则 $r = 1$ 或 $r = -1$ ；如果变量 Y 与 X 间是统计关系，则 $-1 < r < 1$ ，如果 x, y 变化的方向一致，如身高与体重的关系，则称为正相关，则 $r > 0$ ；如果 x, y 变化的方向相反，如吸烟与肺功能的关系，则称为负相关，则 $r < 0$ ；而 $r = 0$ 表示无线性相关，一般地， $|r| > 0.95$ 存在显著性相关； $|r| < 0.8$ 高度相关； $0.5 \leq |r| < 0.8$ 中度相关； $0.3 \leq |r| < 0.5$ 低度相关； $|r| < 0.3$ 关系极弱，认为不相关。^[4]

4.3.1.2 皮尔森相关系数：

Pearson 相关系数：对定距变量的数据进行计算。公式为：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

其中， r 为相关系数； \bar{x} 、 \bar{y} 分别是变量 x 、 y 的均值； x_i 、 y_i 分别是变量 x 、 y 的第 i 个观测值。

4.3.1.2 显著性差异的统计意义

由于抽样误差的存在，样本中两个变量间相关系数不为 0，不能说明总体中这两个变量间的相关系数不是 0，因此必须经过检验。检验的零假设是总体中两个变量间的相关系数为 0。SPSS 的相关分析过程给出了该假设成立的概率，公式如下：

$$t = \frac{\sqrt{n-2} \cdot r}{\sqrt{1-r^2}}$$

(r 是相关系数, n 是样本观测数, $n-2$ 是自由度)

当相关系数检验的 t 统计量的显著性概率 $p < 0.05$ 时，说明两个变量间相关性显著，通常在概率值上方用 $! * \nabla$ 表示；当 $p < 0.01$ 时，说明两个变量间相关性非常显著，通常在概率值上方用 $! * * \nabla$ 表示；当 $p > 0.05$ 时，说明两个变量间没有显著的相关关系，只显示概率值。

参赛队号 # 2958

假设表中总支出、全年载物量、总运输收入存在相关关系，用SPSS将数据录入进行相关分析。

4.4 二元线性回归分析

4.4.1 概念及公式

4.4.1.1 概念：二元线性回归分析预测法是指运用影响一个因变量的两个自变量进行回归分析的一种预测方法。关键是通过因变量同两个自变量的因果关系进行回归分析求解回归方程，对回归方程进行检验得出预测值。

4.4.1.2 回归模型：

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \mu_i$$

$i=1,2,\dots,n$

其中 β_0 、 β_1 、 β_2 为偏回归系数，既是某一解释变量对被解释变量 Y 的影响程度。

4.4.2 最小二乘法

设根据给定一组样本数据 (Y_i, X_{1i}, X_{2i}) , $i=1, 2, \dots, n$ 采用最小二乘法估计得到的样本模型为：

$$Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + e_i$$

残差平方和公式如下：

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i})^2$$

则参数估计量应使达残差平方和达到最小。

根据极值存在的必要条件，应该有：

由上述方程可以解出

$$\begin{cases} \frac{\partial \sum_{i=1}^n e_i^2}{\partial \hat{\beta}_0} = -2 \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) = 0 \\ \frac{\partial \sum_{i=1}^n e_i^2}{\partial \hat{\beta}_1} = -2 \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) X_{1i} = 0 \\ \frac{\partial \sum_{i=1}^n e_i^2}{\partial \hat{\beta}_2} = -2 \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) X_{2i} = 0 \end{cases}$$

从而得到正规方程组：

参赛队号 # 2958

$$\begin{cases} \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) = 0 \\ \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) X_{1i} = 0 \\ \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i}) X_{2i} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sum e_i = 0 \\ \sum e_i X_{1i} = 0 \\ \sum e_i X_{2i} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}_1 - \hat{\beta}_2 \bar{X}_2 \\ \hat{\beta}_1 = \frac{(\sum y_i x_{1i})(\sum x_{2i}^2) - (\sum y_i x_{2i})(\sum x_{1i} x_{2i})}{(\sum x_{1i}^2)(\sum x_{2i}^2) - (\sum x_{1i} x_{2i})^2} \\ \hat{\beta}_2 = \frac{(\sum y_i x_{2i})(\sum x_{1i}^2) - (\sum y_i x_{1i})(\sum x_{1i} x_{2i})}{(\sum x_{1i}^2)(\sum x_{2i}^2) - (\sum x_{1i} x_{2i})^2} \end{cases}$$

五、问题一的模型分析与求解

5.1 公路运输与 GDP 关系分析

5.1.1 参考数据^[1]:

年份	X1 货物周转量 (亿吨公里)	X2 旅客运输平均运 距总计 (公里)	X3 客运量总计 (万人)	Y 国内生产总值 (亿元)
1987	9829	69	253993	3645.217
1988	12026	67	341785	4545.624
1989	18365	72	620206	9016.037
1990	26207	73	772682	18667.82
1991	27986	77	806048	21781.5
1992	29218	81	860855	26923.48
1993	30646.81	79	996634	35333.92
1994	33435.48	79	1092883	48197.86
1995	35908.9	77	1172596	60793.73
1996	36589.8	74	1245356	71176.59
1997	38384.7	75.82781	1326094	78973.03
1998	38088.7	77.14926	1378717	84402.28
1999	40567.8	81.95808	1394413	89677.05

参赛队号 # 2958

2000	44320.5	82.9	1478573	99214.55
2001	47709.9	85.75003	1534122	109655.2
2002	50685.9	88	1608150	120332.7
2003	53859.2	87	1587497	135822.8
2004	69445	92.27	1767453	159878.3
2005	80258.1	94.57	1847018	183217.4
2006	88839.85	94.84049	2024158	211923.5
2007	101418.8	96.92502	2227761	249529.9

数据来源：以上数据主要来源于《中国统计年鉴》（2008 年）

5.1.2 其中主要统计指标解释：

a. 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。计算单位为吨公里（海运为吨海里，1 海里=1.852 公里），该指标可以反映运输业生产的总成果，也是编制和检查运输生产计划，计算运输效率、劳动生产率以及核算运输单位成本的主要基础资料。计算货物周转量通常按发出站与到达站之间的最短距离，也就是计费距离计算。其计算公式是：

货物周转量=实际运送货物吨数×货物平均运距

b. 客运量：

指在一定时期内，各种运输工具实际运送的货物(旅客)数量。该指标是反映运输业为国民经济和人民生活服务的数量指标，也是制定和检查运输生产计划、研究运输发展规模和速度的重要指标。货运按吨计算，客运按人计算。货物不论运输距离长短、货物类别，均按实际重量统计。旅客不论行程远近或票价多少，均按一人一次客运量统计；半价票、小孩票也按一人统计。

c. 国内生产总值(GDP)：

国内生产总值(Gross Domestic Product, 简称 GDP)国内生产总值是指在一定时期内(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，更可以反映一国的国力与财富。一般来说，国内生产总值共有四个不同的组成部分，其中包括消费、私人投资、政府支出和净出口额。国内生产总值分为名义国内生产总值与实际国内生产总值。其中，名义国内生产总值 是以现行价格水平计算的国内生产总值的值，不仅包含了当期产量的资讯也包含了当期该国的价格水平资讯。实际国内生产总值 是以不变价格水平计算的国内生产总值的值。国内生产总值平减指数用名义国内生产总值与实际国内生产总值比率计算的物价水平衡量指标。

5.1.3 模型参数的估计

用 SPSS 对数据进行相关性分析

a. 拟合优度检验

参赛队号 # 2958

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.989 ^a	.977	.973	11483.04951

a. Predictors: (Constant), 客运量总计, 旅客运输平均距离, 货物周转量

图 5.1

R——相关系数； R²——判定系数； adjust R²——调整的判定系数

其中，判定系数 R² 为度量拟合优度的重要指标，越接近 1 表示拟合优度越好

有图可知：R²=0.977，表示拟合优度很大，符合多元线性回归的模型

b. 回归系数分析

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	129.899	62271.719		.002	.998
	货物周转量	2.408	.402	.825	5.984	.000
	旅客运输平均距离	-769.061	951.055	-.094	-.809	.430
	客运量总计	.035	.015	.264	2.330	.032

a. Dependent Variable: GDP

图 5.2

Unstandardized coefficients 为非标准化系数，Standardized Coefficients 为标准系数，t 为回归系数检验统计量，sig 为相伴概率值。

可得看出该多元线性回归方程为 $Y=129.899+2.408 \times X_1-769.061 \times X_2+0.35 \times X_3$

c. 经济意义检验

模型估计结果说明，在假定其他变量不变的情况下，国内生产总值每增加 1 亿元，货物周转量增加 0.264944 亿吨公里；旅客运输平均运距总计每增加 1 公里，货物周转量增加 636.1837 亿吨公里。模型的符号、大小基本与经济理论和实际现象相符合。所以假设成立，下面对数据一进行验证，看是否与假设相符。

5.2 对表格“2012 公路运输调查数据”的分析

以汽车的类别将数据抽出分为两部分：载物汽车、载客汽车

将数据中燃油消耗、承包租赁费、过路过桥费、住宿费、餐饮费、其他花销、润滑油等的更换、轮胎更换、机械故障花销、正常保养费用、特殊原因费用、途中通讯费用、保险费、折旧费、零部件支出和罚款求和，整理出一个支出项。而总收入则是客货运输对国民经济生产总值的直接贡献。

在下一步骤中对数据中与上文提到的货物周转量、距离、客运量相关的货物运载量、客座利用率、运载范围的分析，目的在于检验数据是否符合假设，会对 GDP 造成影响。

参赛队号 # 2958

5.2.1 对载物汽车的分析

5.2.1.1 数据分析

(1) 相关分析

用 SPSS 对运输收入和总支出进行相关分析，得到如下结果

Correlations			
		运输收入	总支出
运输收入	Pearson Correlation		
	Sig. (2-tailed)		
	N		
总支出	Pearson Correlation	-.098**	
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	2730	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

图 5.3

对图 5.3 进行分析：

运输收入和总支出的的相关性系数为 $-0.98 < 0.01$ ，说明两者相关性很大

Correlations			
		运输收入	全年载货量
运输收入	Pearson Correlation		
	Sig. (2-tailed)		
	N		
全年载货量	Pearson Correlation	.110**	
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	2730	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

图 5.4

对图 5.4 进行分析：

全年载货量和运输收入的相关性系数为 0.110，表示两者正相关。

(2) 二元线性回归分析

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
运输收入	81529.54	307786.64612	2730
总支出	212205.9	240370.19774	2730
全年载货量	6900.1579	37174.93809	2730

图 5.5

从图 5.5 中可以看出运输收入、总支出和全年载货量的平均值、方差和个案数 N

Coefficients ^a											
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	104095.8	7794.729		13.355	.000	88811.671	119380.015			
	总支出	-.138	.024	-.108	-5.695	.000	-.186	-.091	-.098	-.108	-.108
	全年载货量	.988	.157	.119	6.284	.000	.680	1.296	.110	.119	.119

a. Dependent Variable: 运输收入

图 5.6

在图 5.6 中，Unstandardized coefficients 为非标准化系数，Standardized

参赛队号 # 2958

Coefficients 为标准化系数， t 为回归系数检验统计量，sig 为相伴概率值。

由图可以看出该二元线性回归方程为：

$$Y=104095.8-0.138*X_1+0.998*X_2$$

Y ——运输收入； X_1 ——总支出； X_2 ——全年载货量

Dependent Variable: 运输收入

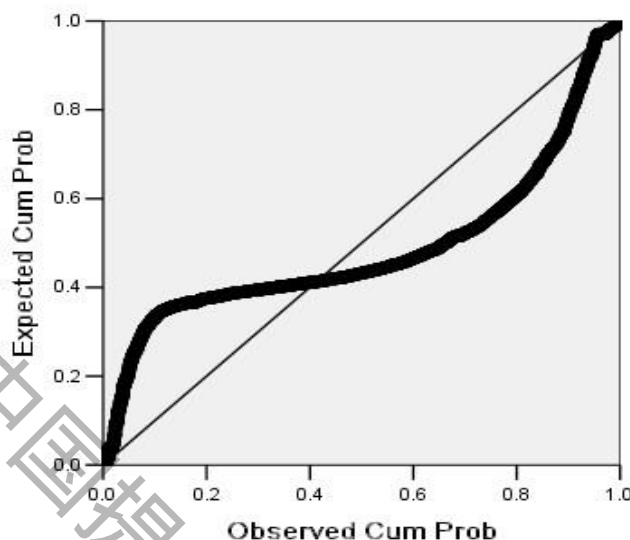


图 5.7

图 5.7 为回归因变量和每个自变量之间的关系点图，可以看出他们之间成正比例关系

5.2.1.2 结果分析

(1) 原理

由 5.1 中的数据分析可以看出 GDP 与货物周转量有关，则可用附件一中已知数据求出每辆车的平均货物周转量

(2) 货物周转量的定义

货物周转量：是指在一定时期内，由各种运输工具实际完成运送过程的以重量和运送距离的复合单位（吨公里）计算的货物运输量。把各种运输工具采用各种运输形式（铁路、公路、水运、空运、管道）完成的货运量或货物周转量相加，就得到货运总量和货物总周转量。

(3) 计算公式

货物周转量 = 实际运送货物吨数 × 货物平均运距

(4) 意义

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。它也是编制和检查运输生产计划，计算运输效率、劳动生产率以及核算运输单位成本的主要基础资料。计算货物周转量通常按发出站与到达站之间的最短距离，也就是计费距离计算。

(5) 计算

由相关分析和回归分析可以得到货物运载量、支出和总收入之间的关系为：

$$Y=104095.8-0.138*X_1+0.998*X_2$$

根据附件一中的运载范围，大致估计出运送货物的路程。而由货物运载量和工作天数可以估计货物运送量。与附件中有全年运货量（吨）进行对比。

所以抽样调查中的货车所产生的货物周转量 = Σ （全年运货量 × 运送货物路程）

参赛队号 # 2958

最终结果 $\Sigma = 1390592382$ 吨公里 平均周转量 $= \Sigma / N = 509561.1513$ 吨公里

5.2.2 对载客汽车的分析

5.2.2.1 数据分析

(1) 相关分析

用 SPSS 对运输收入和总支出进行相关分析，得到如下结果

Correlations			
		年运输收入	支出
年运输收入	Pearson Correlation		
	Sig. (2-tailed)		
	N		
支出	Pearson Correlation	.732**	
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	931	

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

图 5.8

运输收入和总支出的相关性系数为 0.732，后有两个“*”号，说明两者有相关性；
对运输收入和运载范围进行相关分析，得到如下结果：

Correlations			
		年运输收入	运载范围
年运输收入	Pearson Correlation		
	Sig. (2-tailed)		
	N		
运载范围	Pearson Correlation	.457**	
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	818	

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

图 5.9

运输收入和总支出的相关性系数为 0.457，后有两个“*”号，说明两者有相关性；
对运输收入和客载利用率进行相关分析，得到如下结果：

Correlations			
		年运输收入	客座利用率
年运输收入	Pearson Correlation		
	Sig. (2-tailed)		
	N		
客座利用率	Pearson Correlation	.109**	
	Sig. (2-tailed)	.001	
	N	931	

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

图 5.10

运输收入和总支出的相关性系数为 0.109，后有两个“*”号，说明两者有相关性
(2) 二元线性回归分析

从上面两个看出三个变量客座利用率、运载范围和总支出都与全年运输收入有着线性相关关系，则可以采用二元线性回归分析模型。

用 SPSS 对数据进行处理，得到如下几个结果：

参赛队号 # 2958

Correlations		年运输收入	支出	运载范围	客座利用率
Pearson Correlation	年运输收入	1.000	.741	.457	.019
	支出	.741	1.000	.524	.053
	运载范围	.457	.524	1.000	.225
	客座利用率	.019	.053	.225	1.000
Sig. (1-tailed)	年运输收入	.	.000	.000	.291
	支出	.000	.	.000	.065
	运载范围	.000	.000	.	.000
	客座利用率	.291	.065	.000	.
N	年运输收入	818	818	818	818
	支出	818	818	818	818
	运载范围	818	818	818	818
	客座利用率	818	818	818	818

图 5.11

图 5.11 中列出了各个变量之间的相关性，可以看出支出和年收入运输的相关性最大

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	-19386.7	42081.194		-.461	.645			
	支出	1.078	.043	.888	25.031	.000	.741	.659	.584
	运载范围	53342.368	14324.013	.105	3.724	.000	.457	.129	.087
	客座利用率	-774.365	456.524	-.041	-1.696	.090	.019	-.059	-.040

a. Dependent Variable: 年运输收入

图 5.12

图 5.12 中，Unstandardized coefficients 为非标准化系数，Standardized Coefficients 为标准化系数，t 为回归系数检验统计量，sig 为相伴概率值。

由图可以看出该二元线性回归方程为：

$$Y = -19366.7 + 1.078 * X_1 + 53342.368 * X_2 - 774.365 * X_3$$

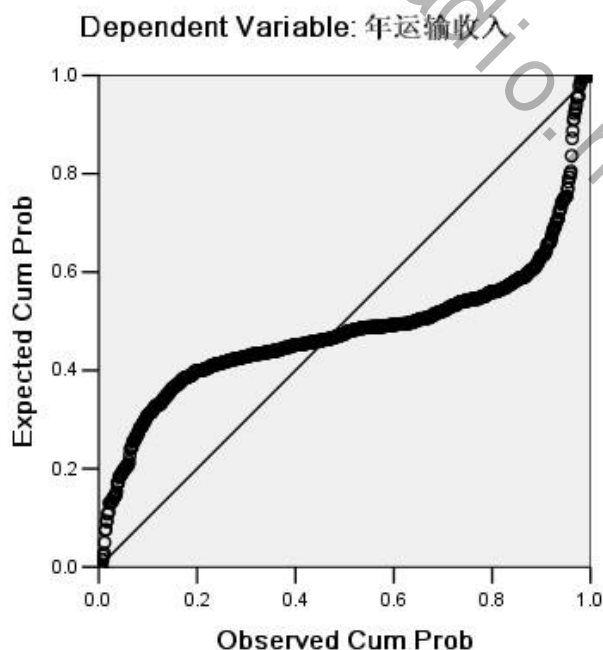


图 5.13

参赛队号 # 2958

图为各变量之间的关系。

5.2.2.2 客运周转量

(1) 客运周转量的定义

在一定时期内运送旅客数量与平均运距的乘积，计量单位是“人公里”。

(2) 计算公式

客运周转量(人公里) = Σ (运送的每位旅客 \times 该旅客运送距离)

从表中可得出抽样调查的客车客运周转量为 360311493.5 人公里，平均每辆车每年的客运周转量为 441558.2028 人公里。

5.3 表格“2007 公路建筑业投入产出表”的分析

5.3.1 单项重要数值

$$\text{总投入} = \left\{ \begin{array}{l} \text{增加值合计 (劳动者报酬、生产税净额、} \\ \quad \text{固定资产折旧、营业盈余)} \\ + \\ \text{中间投入 (43 部门的投入合计)} \end{array} \right\} = 136673248.31$$

$$\text{总产出} = \text{最终使用} + \text{中间使用 (43 部门的使用合计)} - \text{流入} = 136673248.31$$

$$\text{社会总需求} = \text{中间使用} + \left\{ \begin{array}{l} \text{流出} \\ + \\ \text{资本形成总额 (存货增加、固定资本形成)} \\ + \\ \text{最终消费 (政府消费、居民消费)} \end{array} \right\} = 105697623.95$$

5.3.2 计算 GDP

运用支出法计算 GDP:

$$\begin{aligned} \text{GDP} &= \text{最终消费} + \text{资产形成总额} + \text{货物和服务净出口} \\ &= (\text{最终消费} + \text{资产形成总额} + \text{流出}) - \text{流入} \\ &= \text{最终使用} - \text{流入} = 62842547.5 \end{aligned}$$

5.3.3 重要特征分析

在表格“2007 公路建筑业投入产出表”中，“公路建筑业”一行中的数值很多的空白，分析原因是，其他 42 部门对公路建筑业有中间投入，没有使用需求，而存在固定资本形成 2496699.84，所以公路建筑业对与其他部门的最终投入有着一定的影响。通过接下来进行投入产出产业表的分析，运用投入产出模型，及一系列的公式，能够得到公路建筑业同，GDP 及其他部的关系，量化分析出公路建设中，公路建筑业这一重要部分，对与 GDP 的影响。

参赛队号 # 2958

5.3.4 投入产出产业表

5.3.4.1 产业划分

按照产业划分标准对 43 个部门进行了如下划分，并单独对公路建筑业进行分析。

第一产业：（5 个部门）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、非矿及其他矿采选业

第二产业：（21 个部门）食品制造及烟草加工业、纺织业、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业、木材加工及家具制造业、造纸印刷及文教体育用品制造业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、化学工业、化学工业、非金属矿物制品业、金属冶炼及压延加工业、金属制品业、通用、专用设备制造业、交通运输设备制造业、电气机械及器材制造业，通信设备、计算机及其他电子设备制造业，仪器仪表及文化办公用机械制造业、工艺品及其他制造业、废品废料、电力、热力的生产和供应业、燃气生产和供应业、水的生产和供应业、建筑业；

第三产业：（16 个部门）交通运输及仓储业、邮政业，信息传输、计算机服务和软件业，批发和零售业、住宿和餐饮业、金融业、房地产业、租赁和商务服务业、研究与试验发展业、综合技术服务业，水利、环境和公共设施管理业，居民服务和其他服务业，教育，卫生、社会保障和社会福利业，文化、体育和娱乐业，公共管理和社会组织。

其他产业：公路建筑业（为了能够有针对性地研究，公路建筑业对国民经济的影响，公路建筑业和其他部门的相互影响，单独列出并进行分析。）

5.3.4.2 产出产业表

2007公路建筑业投入产出表（产业表）

2007公路建筑业投入产出表（产业表）														
		中间使用					最终使用						进口	总产出
		第一产业	第二产业	第三产业	公路建筑业	合计	居民消费	政府消费	固定资本形成	存货增加	出口	合计		
中间投入	第一产业	3667667.3	11781651.96	467640.06	252842.63	16169801.95	732955.15	241216.63	80110.99	244308.92	12018383.32	13316977.01	-2469863.3	27016915.66
	第二产业	5167227.16	22280405.12	7580333.45	1216327.74	36244293.47	7419056.45	0	26181616.84	937647.75	30215475.07	64733996.11	-33688323.64	67289965.94
	第三产业	3783979.01	9703307.87	7673656.58	255661.95	21416605.41	8767268.65	7821484.84	2984313.24	594933.62	4981950.62	25149950.97	-6696889.52	39669666.86
	公路建筑业						0	0	2496699.84			2496699.84		2496699.84
	合计	12618873.47	43765364.95	15721630.09	1724832.32	73830700.83	16919280.25	8062703.47	31722940.91	1776890.3	47215809.01	105697623.9	-42855076.46	136673248.3
最初投入	劳动者报酬	5693609.69	6641837.49	12765307.42	524803.97	25625558.57								
	固定资产折旧	1344935.15	4630494.57	2326633.61	95757.85	8397821.18								
	生产税净额	1680587.02	3593840.01	3341262.14	58203.61	8673892.78								
	营业盈余	5678910.34	8658428.92	5714833.61	93102.1	20145274.97								
	增加值	14398042.2	23524600.99	24148036.78	771867.53	62842547.5								
总投入		27016915.67	67289965.94	39669666.87	2496699.85	136673248.3								

投入产出表反映经济总体运行总况，全面衡量一个国家或地区经济的发展度。

参赛队号 # 2958

GDP 有价值形态、收入形态和产品形态三种表现形式。从价值形态看，它是国民经济各部门创造的增加值之和；从收入形态看，它是对国家、集体、个人的初次分配之和；从产品形态看，它是最终产品的使用去向之和。在一张投入产出表中同时反映了 GDP 的三种表现形态，从不同视角对国民财富的来踪去迹进行总体描述。

5.3.5 投入产出模型体系

(1) 直接消耗系数（部门表）

根据公式，运用 Excel 软件，求得其他部门对公路建筑业的直接消耗系数，并且按照系数从大到小排列得到如下图所示的关系图。直接消耗系数是投入产出表的基础，它反映一定技术水准和组织管理条件下，各生产部门间的技术经济联系，其数值大小范围为 $0 \leq a_{ij} \leq 1$ 。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，直接技术经济联系越密切；越小说明依赖性越弱，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。

	直接消耗系数		直接消耗系数
非金属矿物制品业	0.173102611	水的生产和供应业	0.002938846
金属冶炼及压延加工业	0.122628355	造纸印刷及文教体育用品制造业	0.002448083
非金属矿及其他矿采选业	0.094524741	居民服务和其他服务业	0.002175737
金属制品业	0.058801669	农林牧渔业	0.001978672
交通运输及仓储业	0.052698262	邮政业	0.000431579
通用、专用设备制造业	0.02997173	文化、体育和娱乐业	0.000146055
石油加工、炼焦及核燃料加工业	0.029912781	水利、环境和公共设施管理业	0.000128698
电力、热力的生产和供应业	0.018940451	石油和天然气开采业	0
综合技术服务业	0.012987753	金属矿采选业	0
租赁和商务服务业	0.012567426	食品制造及烟草加工业	0
木材加工及家具制造业	0.011338501	纺织业	0
交通运输设备制造业	0.010450452	纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业	0
仪器仪表及文化办公用机械制造业	0.010178882	废品废料	0
住宿和餐饮业	0.008196472	燃气生产和供应业	0
金融业	0.005904434	建筑业	0
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.005153864	公路建筑业	0
煤炭开采和洗选业	0.004767324	批发和零售业	0
信息传输、计算机服务和软件业	0.003949534	房地产业	0
电气机械及器材制造业	0.003865398	教育	0
工艺品及其他制造业	0.003834867	卫生、社会保障和社会福利	0

参赛队号 # 2958

		业	
化学工业	0.003607705	公共管理和社会组织	0
研究与试验发展业	0.003214005		

所以通过下图分析的到的结论是：该省 2007 年，非金属矿物制品业、金属冶炼及延压加工业、非金属矿及其他矿采选业、金属制品业等几个部门，投入于公路建筑业的份额比重较高，说明这几个产业同公路建筑业的直接相互依赖性强，直接技术经济联系密切，这种直接的依赖关系主要体现在公路运输业在产品服务过程中需要以上的部门的大量投入，主要是设备和原材料；而后面如纺织、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业、批发和零售业等几个部门的直接消耗系数为 0，也就是没有直接相互以来关系，没有直接技术经济联系。

并且分析发现公路建筑业同 67%的部门有着直接依赖性和直接技术经济关系，所以公路建筑业的变动对于这 67%的部门有着直接的影响，也会对最终的国民生产总值产生深层的影响。

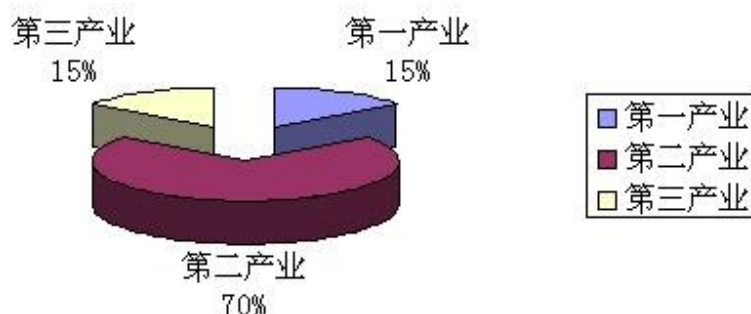
(2) 直接消耗系数（产业表）

2007 年	公路建筑业	直接消耗系数
第一产业	252842.63	0.101270735
第二产业	1216327.74	0.487174195
第三产业	255661.95	0.102399954

公路建筑业对第二产业服务的以来程度最高，说明 2007 年该省的公路建筑业产品主要为第二产业服务，需要第二产业提供原材料并消耗自身生产的产品，并且在一段时间内仍将处于数量扩展和质量提高共同发展的阶段，因此对于这两个产业产品的直接消耗量长期内持平。

第二次世界大战后，第二产业的地位普遍上升，一般占就业人口和国内生产总值的 30% 以上，对国家的经济命脉有着至关重要的作用。发达国家工业结构加快向重化工业转换，特别是能源密集型工业的发展，使能源消费量呈现出前所未有的增长速度；许多发展中国家的重工业也有较大发展，这更加大了能源消费量。公路建筑业的波及效果占国内生产总值的大部分，公路运输支撑了绝大部分的经济活动的开展。离开了交通运输，绝大部分经济活动无法展开。

公路建筑业对各产业的消耗系数



参赛队号 # 2958

(3) 直接折旧系数

	第一产业	第二产业	第三产业	公路建筑业
固定资产折旧	1344935.15	4630494.57	2326633.61	95757.85
总投入	27016915.67	67289965.94	39869666.87	2496699.85
直接折旧系数	0.049781225	0.068814042	0.058355983	0.038353769

公路建筑业对各产业的直接折旧



(4) 国民收入系数

部门表	增加值合计	增加值系数
公共管理和社会组织	62842547.5	0.459801375
农林牧渔业	6209202.03	0.045430998
非金属矿物制品业	6069312.96	0.044407468
公路建筑业	5278331.95	0.038620081
煤炭开采和洗选业	4817680.08	0.03524962
非金属矿及其他矿采选业	4577750.91	0.033494125
信息传输、计算机服务和软件业	4310599.03	0.03153945
废品废料	3870892.75	0.028322242
水的生产和供应业	2977942.13	0.021788771
文化、体育和娱乐业	2900477.79	0.021221986
住宿和餐饮业	2835443.58	0.020746149
石油和天然气开采业	2178308.28	0.015938074
石油加工、炼焦及核燃料加工业	1725279.06	0.012623385
化学工业	1478509.57	0.010817842
教育	1426224.91	0.010435289
金融业	1329700.3	0.009729046
居民服务和其他服务业	1261372.31	0.009229109
水利、环境和公共设施管理业	1241942.45	0.009086946

以上数据是求得 43 部门的国民收入系数进行排序后截取的 18 个数值较高的部门，从表中可以看到公路建筑业排到第四位，0.038620081 的值相对来说很高，总体来看公

参赛队号 # 2958

路建筑业的增加值对国内生产总值的贡献，这一评价指标体现了，公路建设对国民经济的重要拉动作用。

发展公路运输对国内生产总值（GDP）增长的贡献产生于交通建设和客货运输两个阶段，表现为公路运输对国民经济的直接贡献、波及效果、对于相关行业的直接消费以及创造就业机会等几个方面。

公路运输对国民经济的直接效果：

公路运输生产本身对国内生产总值所做的直接贡献（直接贡献）称为公路运输业的直接效果，可以用公式表示为

$$d_e = z_j \Delta x$$

$$d_e = (771867.53/62842547.5) * 771867.53 = 9480.511335$$

(5) 劳动报酬系数

	第一产业	第二产业	第三产业	公路建筑业
劳动者报酬	5693609.69	6641837.49	12765307.42	524803.97
总投入	11372520.03	15300266.41	18480141.03	617906.07
劳动报酬系数	0.500646266	0.434099467	0.690758117	0.849326452

公路运输业的波及效果：

公路运输业的广泛联系性决定了公路运输除了对国民经济产生直接贡献外，还带动了与其联系的相关产业的发展。所谓波及，即国民经济产业体系中，当公路运输产值发生变化，这一变化会沿着不同的产业关联方式，引起与其直接相关的其他产业部门产值的变化，依次传递，影响力逐渐减弱，这一过程就是波及。这种波及对国内生产总值的影响，就是公路运输业的波及效果。

从这个数据中可以分析得到公路建筑业的劳动报酬系数，对比三大产业的劳动报酬系数，达到了 84.93% 之高，从这个数据可以感受到公路运输业投入到劳动报酬中的比重很高，这也就是公路建筑业在国民经济产生的波及效果，带动了就业。

(6) 综合就业系数

公路运输业对劳动就业的贡献，主要表现为公路运输业进行一个单位的生产，在公路运输业和其他部门直接和间接所需要的就业总人数，主要用综合就业系数来表示。发展公路运输业会直接或间接地创造大量就业机会，从而使公路运输业成为接纳社会劳动力的重要部门之一。

计算公式如下：公路运输业就业系数=就业人数/公路运输业总产值

综合就业系数=公路运输业就业系数*列昂捷夫逆矩阵

	公路建筑业	相关系数
中间投入合计	1724832.31	0.690844883
劳动者报酬	524803.97	0.210199064
生产税净额	95757.85	0.038353769
固定资产折旧	58203.61	0.023312218
营业盈余	93102.1	0.037290065
增加值合计	771867.53	0.309155117

由于附件中的数据缺少就业人数，所以在此只能对公路运输业对就业劳动的影响做一个大概的分析，从上表中可以看到公路建筑业对劳动者报酬的劳动报酬系数是 0.2101，处于较高位置，这说明公路建筑业和就业劳动之间有一个依赖性，且这个依赖性会使公路建筑业的发展在一定程度上对就业劳动产生相当大的影响。

(7) 完全消耗系数

注：表中数据计算运用矩阵，具体程序见附录。

参赛队号 # 2958

直接消耗系数表	第一产业	第二产业	第三产业	公路建筑业
第一产业	0.135754479	0.175087798	0.011729219	0.101270735
第二产业	0.191258959	0.331110364	0.190127835	0.487174195
第三产业	0.140059623	0.144201409	0.19246854	0.102399954
完全消耗系数	第一产业	第二产业	第三产业	公路建筑业
第一产业	0.1039	0.2663	0.7860	0.1332
第二产业	0.6486	1.4450	0.5846	0.8566
第三产业	0.1197	0.2369	0.3623	0.2034

一个部门在生产过程中除了直接消耗某部门产品外，还要通过对其他部门产品的消耗间接消耗该部门的产品，这种依存关系就是完全消耗关系。完全消耗关系等于直接与全部间接消耗关系之和，考虑了所有间接消耗后对某部门产品的全部消耗即为完全消耗。完全消耗系数比直接消耗系数更能够客观体现出产业之间的相互依赖性。

在国民经济中，并不是只看最终的收入，投入与支出的平衡关系显得尤为重要，而这里完全消耗系数的研究，可以发现产业之间存在的内在联系，发现适用的经济规律，更好地规划经济产业结构。

总体来看三大产业同公路建筑业都有着相互依赖的关系，尤其是第二产业的完全消耗最高，公路建筑业对其的消耗系数达到 0.8566，说明公路建筑业同第二产业有着密切的关联，公路建筑影响着第二产业，而作为 GDP 的重要组成部分，公路建筑业对经济的作用力由此可见。

(8) 各个产业相对于 GDP 的增加值系数

	增加值	增加值系数
第一产业	14398042.2	0.229112962
第二产业	23524600.99	0.374341938
第三产业	24148036.78	0.384262538
公路建筑业	771867.53	0.012282563

从上表中可以看出，公路建筑业相对于国民生产总值的增加值系数为 0.0123，虽然看起来这个数不是很大，但是因为公路建筑业只是一个部门，而与其进行对比的是各大产业，所以如果将各大产业中所包含的部门分开后，就会发现公路建筑业在国民生产总值上占得比例还是比较大的，进而，我们可以得出公路运输业对国民生产总值影响比较大。

5.4 总结

5.4.1 公路建设对 GDP 的贡献

公路建设作为基础设施建设的重要组成部分应该先行建设，但通过对该省公路客货运输的分析，和投入产出模型的分析，可以发现公路建设在国民生产中的重要贡献，有着先行建设的必要性，但先行的速度必须与经济发展水平相适应既要适当超前但又不能超出太多，公路建设规模与地区经济发展存在着相互制约的关系。一方面公路建设影响经济的发展。“要想富先修路”已成为人们的共识。畅通的交通运输条件是经济发展的前提公路运输以其快速、便捷、环境优越的特点在整个交通运输领域占据着举足轻重的地位。公路建设对经济的促进作用是不可忽视的。

参赛队号 # 2958

并且随着该省经济发展，尤其是第二产业的发展，人们的消费水平提高，增加了对公路客货运输的需求，对公路建筑业的提升的需求。因为该省 2007 年第二产业投入到公路建筑中的比重很高，而第二产业对于公路运输的需求也是明显很高的，从第二产业出发，就可以总结出该省公路建设在经济发展中的重要作用。

1995 年，吉林工大的杨兆升教授，发表题为“交通运输与经济发展”的文章，对交通运输与经济发展的相互作用进行分析，得出了“交通运输与经济发展始终存在着相互作用的关系。当交通运输能适应经济发展的需求是，交通运输在自身进步的同时对经济发展起着推动作用；当交通运输滞后于经济发展时，就会对经济发展起负面影响；当经济飞速发展而产生大量的运输需求时，就会反作用于交通运输，促进交通运输的。”这一基本论点。这一论点同该省的公路建设对国内生产总值的贡献的研究是相适用的。

5.4.2 2012 年公路运输：

在一开始，本文建立了我国交通运输业与国民经济关系之间的模型，分析国内生产总值（GDP）、旅客运输平均运距总计对货运周转量的影响程度。通过以上一系列的分析与判断可以看出国内生产总值（GDP）、旅客运输平均运距总计与货运周转量之间成正比例关系。只要国内生产总值（GDP）和旅客运输平均运距总计能够增加，货运周转量也一起得以提升。

通过对该省 2012 年的公路运输情况的分析来看，可以计算出货运周转量和客运周转量，从而可以得到对 GDP 的影响关系，验证了我们的假设。

从我国货物运输体系的演变看，货物周转量是综合反映货运工作成绩及其重要性的营运指标，它的预测分析工作是生产经营活动的重要环节，也是建设规划的重要基础。从我国货物运输体系的纵向变化情况看，其发展是随着经济发展而产生的。其主要原因，除了运输业的发展及运输技术进步，就在于经济的变化。随着我国经济的发展，如何提高 GDP 将直接影响客货周转量，内需，投资和净出口被称为拉动经济增长的三驾马车，个人消费支出属于内需的一种。按照国民经济的恒等式，国民经济总产出（GDP）恒等于国民经济总支出。如果国民经济总支出增加，必然导致国民经济总产出相应地增加。

5.4.3 对 2007 年投入产出表

根据对该省公路建筑业投入产出表的分析，可以发现公路运输业对国内生产总值的贡献，公路运输业在整个国民经济中发挥着重要的作用。总结发现，在投入产出表中，为了方便数学模型的研究，在数据的处理上选择了将部门投入产出表简化为产业投入产出表，在以下数学模型的建造中，分别对两种表格进行研究，以便于发现公路建筑业对 GDP 的影响，以及和相关部门，相关产业的依赖关系，和相互作用的程度。

首先是对公路建筑业对 GDP 的直接波及的定量分析，通过计算得到 43 个部门的国民收入系数，系数越高说明这一部门对于国内生产的影响越大。进行排序可以发现，公路建筑业的国民收入系数为 0.038620081，在 43 个部门中排名第四，直接波及效果明显，说明了公路建筑业本身对国内生产总值所做出的直接贡献。

其次通过计算部门的直接消耗系数，从大到小排列，分析的到该省 2007 年，67%的部门和公路建筑业有着直接依赖性和直接技术经济关系，而且从排序的表格中可以发现，非金属矿物制品业、金属冶炼及延压加工业、非金属矿及其他矿采选业、金属制品业等几个部门的直接消耗系数相对较高，说明投入公路建筑业的份额比重较高，和公路建筑业的直接相互依赖性强，直接技术经济联系密切。而在直接消耗系数产业表中，公路建筑业和第二产业的依赖程度最高，说明第二产业投入到公路建筑业的比重大，公路建筑业需要第二产业提供原材料并消耗自身生产的产品。通过计算产业的完全消耗系

参赛队号 # 2958

数，总体来看三大产业同公路建筑业都有着相互依赖的关系，尤其是第二产业的完全消耗最高，公路建筑业对其的消耗系数达到 0.8566，说明公路建筑业同第二产业有着密切的关联，公路建筑影响着第二产业，而作为 GDP 的重要组成部分，公路建筑业对经济的作用力由此可见。

并且公路建筑业，通过其他数据的分析和计算，综合就业系数、劳动报酬系数等等，可以分析出公路建筑业的间接波及效果。公路运输业对比三大产业的劳动报酬系数，达到了 84.93% 之高，发现公路运输业投入到劳动报酬中的比重很高，这也就是公路建筑业在国民经济产生的波及效果，带动了就业，促进了本省的经济的发展。

5.4.4 小结

以上是分析给出的资料和数据，进行假设研究，数学建模，计算结果后得出的结论。总体来说，无论是在公路客货运输周转上，还是公路建筑业上都对该省的经济有着重要的影响，对于 GDP 起着促进作用，和多数产业部门有直接依赖关系，促进就业和生活质量。

但也在收集资料的过程中发现这一规律，公路运输业对 GDP 有重要的影响，不意味着公路建设越多越好，相反若建设公路或公路建筑过分超前于地区经济，必然存在投资效益不佳的问题。目前每建设 1 公里的公路大约需要 3000 万元的投资，按此计算，若某地区超前建设了 100 公里的高速公路，就意味着大约有 30 亿元的投资是属于提前投资而近期无效益或效益甚微的投资。如把这些资金投放在更适宜的项目建设上，其带来的效益及其拉动经济增长的作用将要比建设高速公路大得多。^[5]此外，由于大量的资金投向了高速公路建设，必然会使其他项目建设受到资金制约，进而影响地区经济发展。另一方面，地区经济同样影响公路建设。雄厚的经济实力是公路运输持续、决速、健康发展的后盾。只有公路建设发展和经济发展相适应，才能更好地发展该省的经济，提高 GDP。

5.4.5 存在的问题

应当指出，本文在一定程度上存在一些问题，表现如下：

- (1) 本文所使用的数据都是从附件一和附件二中所得，附件中的数据基本上都是经过处理的，所以这些数据本身就有一定的误差，而我们在建模的过程中对数据的一些相应的处理也会产生误差，所得的结果就会有一定的误差；
- (2) 附件中数据存在一定的局限性，那对于结果的产生会有一定的影响；
- (3) 本次建模使用的模型是投入产出模型，我们使用了三种方法计算国民生产总值，所得结果还是相对比较符合预想，但是由于时间的关系，我们对某些数据的处理可能有问题；
- (4) 如果能给出不同年份的数据，得出的数据会更加准确。

六、问题二的提出与解决方法

题目 1 要求对所给出的两组数据，该省“2012 年公路运输调查数据”和“2007 年公路建筑业投入产出表”进行分析，建立数学模型，估计该省公路运输对于 GDP 的影响。在建模过程中所遇到的一些问题对其所给的数据进行了一个系统的分析，主要是建模时发现的一些数据上的误差、不足、精准度的缺失。

6.1 对附件一抽样调查数据的调整

附件一为该省“2012年公路运输调查数据”是通过随机发放问卷，得到的原始的公路运输数据。数据中包括了3661辆（931客车，2730货车），及每辆车的各项的支出、运输的收入、订货的订货量、客座利用率、运载范围几个和GDP相关的数据。对这些数据的处理分析，得到了公路运输中某些值和GDP的相互作用。

有些数据如，表中的汽车购置年代、产权形式、购置时新旧、现金结算比例以及购置年代等可以删掉，因为这些数据在我们建立模型解决我们要解决的问题时，基本上没有起到作用，而且会扰乱我们的视线，在进行调查和收集数据时可以对这些数据进行筛选，减少调查的工作量和计算的工序。

有些数据可以删减，但另外一些数据是缺失的，为了建立合理的数学模型，在对附件1分析计算时，为了进行整体的估测，需要进行假设，或者借鉴全国在这一时期的情况。存在一定的误差，如果能够在调查时做下列调整就可以更精确地计算：对每天的客运次数也可以做一个调查，再加上客座利用率，我们就可以对每天的客运情况有一个比较具体的了解；将载客汽车可以分为公交车和私家车；车辆的增加会导致更多问题的出现，行车事故就是其中的一个，行车事故的经济损失以及行车事故率都应该在该表中有一个体现。

更加重要的是通过原始数据，我们不能计算出该省整体上的客货运输周转量，我们缺少整体的数据，只能计算出大致的平均值，并和全国的平均情况进行对比。所以在公路客货运输这方面的研究，就存在一定的精度上的误差。所以进行抽样调查时，首先要对总量有一定的统计（该省客货车的总量，GDP，人口总数等），并且根据总量制定合理的调查方案，下面是进行抽样调查的基本原则，在进行调查时可以遵循。

抽样调查只是考察了总体中的一部分个体，因此它的优点是调查范围小，节省大量时间、人力、物力、财力，但其得到的调查结果往往不如普查得到的结果准确。为了获得较为准确的调查结果，抽样时要注意样本的代表性和广泛性。其中代表性是指总体中有明显差异的几个部分组成时，每个部分都应抽取到，并要注意各部分的比例；广泛性是指要保证被调查对象的数量，让总体中的每个个体均有被选的可能。

6.2 对附件投入产出表的调整建议

附件二主要是关于公路建筑业的投入产出表，还涉及国民生产总值的计算，和各个部门对公路建筑业的投入情况，针对附件二我们有如下的建议：

要更加清楚公路建筑业对国民生产总值的影响，数据的对比是非常重要的，因此只有一年的数据对于我们的建模有一定的难度，虽然我们都克服了这些困难，但如果加上不同年份数据的对比，我们得出来的数据会更有说服力，而且可以计算出公路运输业的波及效果，包括向前波及效果和向后波及效果；

对于表中进口和出口的数据都为零，我们不是很理解，如果在表中加上进口和出口的数据，可能在计算难度上有所增加，但会对数据的准确性有一个提高；

还有一个很重要的点就是：在表中可以加上每个部门的就业人数，这样我们就可以根据

公式 $a_{L_j} = \frac{L_j}{X_j} (j=1,2,\dots,n)$ 计算出直接劳动消耗系数，进一步算出综合就业系数，从而

可以更准确的把握公路运输业对劳动就业的贡献，掌握公路运输业直接或间接地创造各种就业机会的可能性。

关于时间的几个问题，附件2中的问题，如果能够给出两个时间的（如该省2007年和2012年的建筑业投入产出表）就能针对这一段时间内，模型内数值的变化进行分

参赛队号 # 2958

析，研究对比不同的系数和 GDP 的关系，更家准确地估计公路建筑业对因为投入产出模型，尤其是直接波及因素的。

七、参考资料

- [1] 中国统计年鉴，2008 年
- [2] 曾五一，统计学，中国金融，2006 年 4 月姜
- [3] 启源，数学模型，北京，高等教育出版社，1993 年 8 月
- [4] 宋志刚、谢蕾蕾、何旭洪，SPSS 16 实用教程，北京，人民邮电出版社，2008 年 10 月
- [5] 刘起运，关于投入产出系数结构分析方法的研究，《统计研究》，2002 年第 2 期

八、附录

```
#define N 4      /*[注]：修改为你所要的矩阵阶数*/
#include "stdio.h"
#include "conio.h"
/*js()函数用于计算行列式,通过递归算法实现*/
int js(s,n)
int s[][N],n;
{int z,j,k,r,total=0;
int b[N][N];/*b[N][N]用于存放，在矩阵 s[N][N]中元素 s[0]的余子式*/
if(n>2) {for(z=0;z<n;z++)
{for(j=0;j<n-1;j++)
for(k=0;k<n-1;k++)
if(k>=z) b[j][k]=s[j+1][k+1];
else b[j][k]=s[j+1][k];
if(z%2==0) r=s[0][z]*js(b,n-1); /*递归调用*/
else r=(-1)*s[0][z]*js(b,n-1);
total=total+r;
}}
else if(n==2) total=s[0][0]*s[1][1]-s[0][1]*s[1][0];
return total;
} /*n_1()函数用于求原矩阵各元素对应的余子式，存放在数组 b[N][N]中，定义为 float 型*/
void n_1(s,b,n)
int s[][N],n;
float b[][N];
{int z,j,k,l,m,g,a[N][N];
for(z=0;z<n;z++)
{l=z;
for(j=0;j<n;j++)
{ m=j;
for (k=0;k<n-1;k++)
for(g=0;g<n-1;g++)
{ if(g>=m&&k<l) a[k][g]=s[k][g+1];
else if(k>=l&&g<m) a[k][g]=s[k+1][g];
```

参赛队号 # 2958

```

        else if(k>=l&&g>=m) a[k][g]=s[k+1][g+1];
        else a[k][g]=s[k][g];
    }
        b[z][j]=js(a,n-1);
    }
    }
}
main()
{int a[N][N];
float b[N][N];
int r,z,j;
float temp;
//clrscr();
printf("Input original data:\n");
for(z=0;z<N;z++) /*输入所需要的数据，为整型数据*/
    for(j=0;j<N;j++)
        scanf("%d",&a[z][j]);
printf("\nPress Enter continue.....");
getchar();
//gotoxy(1,1);
printf("The original matrix is:\n");
for(z=0;z<N;z++)/*打印原矩阵*/
    {for(j=0;j<N;j++)
        printf("%5d",a[z][j]);
        printf("\n");
    }
r=js(a,N); /*调用js()函数计算原矩阵的行列式值*/
printf("\nThe original matrix hanglieshi is:|A|==%d\n",r);
if (r==0) printf("Because |A|==0,the original matrix have no nijuzhen!"); /*
判断条件:若|A|==0，则原矩阵无逆矩阵，反之则存在逆矩阵*/
else {n_1(a,b,N); /*调用 n_1()函数，得到原矩阵各元素对应的"余子式",存放在数组
b[N][N]中*/
        for(z=0;z<N;z++) /*求代数余子式，此
时 b[N][N]中存放的为原矩阵各元素对应的"代数余子式"*/
            for(j=0;j<N;j++)
                if((z+j)%2!=0 && b[z][j]!=0) b[z][j]=-b[z][j];
        for(z=0;z<N;z++) /*对 b[N][N]转置,此时 b[N][N]中存放的为原矩阵的伴
随矩阵*/
            for(j=z+2;j<N;j++)
                {temp=b[z][j];
                b[z][j]=b[j][z];
                b[j][z]=temp;
                }
        printf("Because |A|!=0,the original matrix have nijuzhen!\n");
        printf("The bansuijuzhen A* is:\n");
        for(z=0;z<N;z++)/* 打印伴随矩阵 A* */
            {for(j=0;j<N;j++)
                printf("%4.0f\t",b[z][j]);
            }
    }
}

```

参赛队号 # 2958

```
        printf("\n");
    }
    for(z=0;z<N;z++)          /*求逆矩阵, 此时 b[N][N]中存放的是原矩阵的逆矩
    阵*/
        for(j=0;j<N;j++)
            b[z][j]=b[z][j]/r;
        printf("\nThe nijuzhen is:(A*)/|A|(|A|=%d)\n",r);  /*打印逆矩阵*/
        for(z=0;z<N;z++)
            {for(j=0;j<N;j++)
                printf("%8.3f",b[z][j]);
                printf("\n");
            }
        }
    }
```