

西南交通大学“突出创新，融合理论教学、  
实验教学的大学数学教学模式”  
申报 2008 年四川省高等教育教学成果奖

# 附 件 材 料

申 报 人 叶 建 军

2008 年 11 月

## 目 录

### 附件一、教学研究与改革项目

#### 国家级

1. 大学数学考试手段的现代化的研究, 叶建军等, 2007-2009 年, 教育部高等理工教育数学基础课程教学改革与实践项目

#### 省部级

2. 教、学、研一体化的大学数学教学模式的研究与实践, 叶建军等, 2005-2008 年, 四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目
3. 问题教学法在工科数学教学中的研究与实践, 秦应兵等, 2006-2009 年, 四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目

#### 校级

4. 高等数学作业系统现代化的研究 叶建军等, 2007 年, 西南交通大学教改项目
5. 线性代数双语教学的研究, 秦应兵等, 2006 年, 西南交通大学教改项目
6. 线性代数, 韩流冰, 2008 年, 西南交通大学校级教材立项
7. 时间序列分析方法及其应用, 王沁, 2008 年, 西南交通大学校级教材立项
8. 数学建模方法实验, 王璐, 2008 年, 西南交通大学校级教材立项
9. 工程统计学, 刘赫, 2008 年, 西南交通大学校级教材立项

### 附件二、教学研究论文

1. 关于提高高等数学教学质量的几点思考, 教育理论与实践, 2007 第 27 卷
2. 随机事件的教学实践与探索, 教育理论与实践, 2007 第 27 卷, 47-48
3. 数学建模课程教学方式探讨, 大学数学, 2007 (4)
4. 强亚正交矩阵及其性质, 大学数学, 2007 (2)
5. 股票收益率尾部相关性的 COPULA 度量及模拟, 数学的实践与认识, 2007 (10)
6. 概率论与数理统计课程中假设检验教学的几点体会, 大学数学课程报告论坛, 2007
7. 对教师岗位设置实施工作的思考, 中国高校师资研究, 2008 (2)

### 附件三、出版教材、编写讲义

1. 高等数学(上、下), 杨宁, 何瑞文, 胡成, 西南交通大学出版社, 2006 年
2. 线性代数与空间解析几何, 韩流冰, 西南交通大学出版社, 2005 年
3. 概率论与数理统计, 李裕奇, 国防工业出版社, 2004 年

4. 线性代数选讲，叶建军，讲义，2005 年
5. 统计软件 SPSS 实验指导书，王璐，讲义，2006 年

#### 附件四、获奖情况

1. 教、学、研一体化的大学数学教学模式的研究与实践，叶建军等，西南交通大学教学成果奖一等奖
2. 工科各专业数学创新体系构造与实践，袁俭等，西南交通大学教学成果奖一等奖
3. 新世纪数学分析课程教学改革初探，杨晗，西南交通大学教学成果奖一等奖
4. 问题教学法在高等数学教学中的研究与实践，秦应兵等，西南交通大学教学成果奖二等奖
5. 现代化教学手段高等数学网上作业系统的编写与实践，蒲伟等，西南交通大学教学成果奖二等奖
6. 高等数学教学中数学思想与数学文化的渗透，秦应兵等，西南交通大学教学成果奖三等奖
7. 加强基础理论与实践相结合，促进随机数学教学的深化改革，李裕奇等，西南交通大学教学成果奖三等奖
8. 高等数学（上、下册），西南交通大学优秀教材一等奖
9. 线性代数与空间解析几何，西南交通大学优秀教材二等奖
10. 四川省建模优秀教师指导奖 2 项
11. 全国大学生数学建模竞赛：全国一等奖 6 项；全国二等奖 17 项；省一等奖 17 项；省二等奖 15 项；省三等奖 12 项。
12. “电工杯”全国大学生数学建模竞赛：全国一等奖 3 项；全国二等奖 13 项；全国三等奖 15 项
13. 西南交通大学教师讲课比赛，秦应兵，一等奖
14. 西南交通大学教师讲课比赛，王璐，三等奖

#### 附件五、学生实验实践训练项目及成果

##### 国家大学生创新性实验项目

1. 搜索引擎性能评价建模及其应用

##### 大学生个性化实验项目

1. 利用MAPLE进行动画设计
2. MATLAB的交互图形绘制平台

## 大学生SRTP项目

1. 不完备信息表中决策树构建方法研究
2. 大学生心理素质的调查与分析
3. 利用代数曲面进行造型设计
4. 生产系统模拟技术与仿真
5. 最优化模型及其 lingo 软件的实现
6. 函数逼近与曲线拟合的自动实现解析
7. 证券投资组合决策建模与应用研究
8. 基于 m-序列的扩频序列的设计与实现
9. 遗传算法在图论中的应用研究
10. 基于 FCSR 的流密码的设计与实现
11. 马尔可夫过程的应用及其 Mat lab 软件的实现
12. 图论中的路径寻优问题研究

## 成果（学生研究性创新实践性论文）

1. 中国人口增长预测, 陈珂宁、孙鹏飞、于航,《天府数学》2008 年 8 期
2. 中国人口增长预测, 方文骁、李秋玲、刘玉婷,《天府数学》2008 年 8 期
3. 中国人口增长预测, 董月、杨佳佳、黄云霞,《天府数学》2008 年 8 期
4. 中国人口增长预测, 陈会翠、周远来、乔文,《天府数学》2008 年 8 期
5. 乘公交、看奥运, 张书瑞、裴星星、黄如君,《天府数学》2008 年 8 期
6. 乘公交、看奥运, 陈嵘嵘、龙小凤、刘子悦,《天府数学》2008 年 8 期

## 附件六、高等数学作业系统

## 附件七、部分实验教学课件

1. 高等数学课程实验
2. 数值分析课程实验
3. 数学建模课程实验
4. 时间序列分析课程实验
5. 统计软件课程实验

## 附件八、大学生自主研究性学习

1. 高等数学（上册）课堂讲授、学生自主学习、研讨式学习内容
2. “行列式”自主学习、研讨式学习示例
3. “矩阵”自主学习、研讨式学习示例
4. “矩阵特征值”问题与数学建模：动物的繁殖问题

## 附件九、工厂现场问题解决报告

# 教育部司局函件

---

## 关于批准高等理工教育数学基础课程教学改革 与实践项目立项的通知

教高司函〔2007〕143号

教育部高等学校数学与统计学教学指导委员会、有关高等学校：

为推动高等理工教育数学基础课程教学改革，不断提高人才培养质量，经我司同意，数学与统计学教学指导委员会围绕在大众化教育阶段如何保证和提高大学数学教学质量以及如何进行创新性人才培养等问题确立了若干项教学改革研究课题，并组织了项目申报和专家评审，最终确定了31项教学改革项目。经我司研究，决定批准这些项目（名单见附件）立项并予以公布。现将此项工作有关事宜通知如下：

一、立项项目纳入教育部高等理工教育教学改革与实践项目，由教育部数学与统计学教学指导委员会数学基础课程教学指导分委员会负责项目的指导、检查和验收。

二、每个立项项目应在自批准之日起两年内完成。期间数学基础课程教学指导分委员会将对每个项目进行中期检查，检查不合格的项目将予以取消，优秀项目将予以重点支持。项目结题后需提交研究成

---

果与实践总结报告，由数学基础课程教学指导分委员会组织进行验收，并上报我司。

三、为促进立项项目的顺利实施和取得实质性成果，项目承担单位要督促项目负责人根据专家组的评审意见进一步完善项目申请书，制订项目实施计划，并报数学基础课程教学指导分委员会备案。

四、因承担本项目而形成的项目研究报告、教材、数字化教学资源等项目成果的著作权，根据我部有关规定由项目承担院校和项目组成员享有，但专有出版权和信息网络传播权由数学基础课程教学指导分委员会全权处理。

五、立项项目资助经费由数学基础课程教学指导分委员会负责筹集和拨付，各立项项目要合理使用研究经费，专款专用，项目承担院校不得截留、挪用，不得提取管理费。

请有关高等学校高度重视立项项目的研究与实践工作，并给予必要的政策与1:1配套经费支持，确保立项研究取得实质性进展和较大的成果，推动我国高等学校数学基础课程的教学改革。

附件：高等理工教育数学基础课程教学改革与实践项目名单

教育部高等教育司

二〇〇七年八月二十八日

抄送：各理工学科教育部高等学校教学指导委员会

## 关于下发教育部高等理工教育数学基础课程教学改革与实践立项课题经费的通知

西南交通大学叶建军教授：

受教育部高教司的委托，我分委会于哈尔滨会议期间组织教指委委员和专家对教育部高等理工教育数学基础课程教学改革与实践立项课题进行了评议。根据评议意见，核定您主持的项目“大学数学考试手段现代化的研究”（以教育部教高司函[2007]143号文件为准）的资助经费为人民币壹万陆仟圆整（¥16000元）。

根据教高司函[2007]143号文件的规定，各项目主持单位必须对立项课题配备一定比例的配套经费（不低于1:1）。请您督请贵单位尽快落实配套经费。

经费将分两次拨付，具体拨付时间和比例视教指委经费到位情况而定。请尽快将您的经费入账帐号告知教指委。

2006-2010 届教育部高等学校  
数学基础课程教学指导分委会  
二〇〇七年十一月二十日

10	国内外数学基础课程教材比较研究	天津大学	周海华
11	数学建模思想融入“线性代数”课程教学的研究与实践	电子科技大学	黄茂松
12	数学建模思想融入“线性代数”课程教学的研究与实践	东南大学	陈建光
13	大学数学考试手段现代化的研究	西南交通大学	叶建军
14	数学基础课程教学质量评价体系的研究	四川大学	岳健刚
15	研究型大学数学基础课程开展研究式、讨论式和自主式等教学方法的研究与实践	北京航空航天大学	李德三
16	数字化教学资源研究与现代教学思想融合问题的研究	高等教育出版社 数学分社	李艳颖
17	数学文化融入文科数学课程教学的研究与实践	南开大学	顾沛
18	一般高等院校数学基础课程开展研究式、讨论式、自主式等教学方法的研究与实践	天津科技大学	李浩
19	一般高等院校数学基础课程开展研究式、讨论式、自主式等教学方法的研究与实践	合肥工业大学	苏包明
20	应用 SPSS 加强“概率统计”课程教学的研究与实践	天津商学院	于文良
21	理工类专业学生“科学计算能力”培养研究	哈尔滨工业大学	吴勤英
22	数学建模思想融入“微积分”课程教学的研究与实践	大连理工大学	卢玉峰



<http://dean.swjtu.edu.cn/servlet/ViewNews?NewsID=986>

## 关于公布我校 2005 年四川省教改项目名单的通知

新闻类型:新闻/公告-通知 发布时间:2005-09-02 12:22:31.687 浏览次数:808

各教学单位:

接四川省教育厅《关于批准"四川省高等教育教学改革工程人才培养质量和教学改革项目"2005年第一批立项名单的通知》(川教[2005]198号),我校有52个教改项目被立项为2005年第一批四川省高等教育教学改革工程人才培养质量和教学改革项目。现予以公布:

34.	教、学、研一体化的大学数学教学模式的研究与实践	叶建军
-----	-------------------------	-----

## 2006 年省级教改项目名单(省教育厅文件)

新闻类型:新闻/公告-教学 发布时间:2007-01-16 10:56:41.373 浏览次数:968

省内各高等学校:

我省实施四川省高等教育教学改革工程人才培养质量和教学改革项目以来,按照教育部“深化教学改革,优化人才培养过程”的要求,针对高等教育教学改革的重点和难点,启动并先后开展了两批较高质量的教改项目立项、研究工作,推进了各级各类高校教学领域的改革。为了进一步提高我省高校人才培养质量及高等教育培养模式的改革和创新,经研究,同意四川大学等 72 所学校,共计 469 项立项申请列为四川省第三批高等教育人才培养质量和教学改革项目,现将有关事项通知如下:

1.按照“统一规划、分级分类立项、分等资助、分批实施、分级管理”的原则,本年度高等教育人才培养质量和教学改革项目分为省级一般项目 and 省级重点项目两类。

2.在强调课题的申报质量和立项审批公正性的基础上,通过“查新”及“背靠背”的评审方式,共批准第三批四川省高等教育人才培养质量和教学改革重点项目 170 项(见附件 1)、一般项目 299 项(见附件 2)

3.各高校接本通知后,对省级立项应给予适当经费资助,加强协调,推动省级立项项目的深入研究。本着“边研究、边试点”的原则,抓教学改革的整体优化,抓试点、总结和推广,增强实效性。各高校尤其应集中力量,加强组织,着力抓好“重点项目”,力求取得先期突破,带动和推进教学领域全面改革的顺利进行。

附件:

- 1、第三批四川省高等教育人才培养质量和教学改革重点项目立项名单
- 2、第三批四川省高等教育人才培养质量和教学改革一般项目立项名单

二 00 六年十二月二十七

四川省高等教育人才培养质量和教学改革重点项目立项名单(西南交通大学)

13	问题教学法在工科数学教学中的研究与实践	秦应兵
----	---------------------	-----

<http://dean.swjtu.edu.cn/servlet/ViewNews?NewsID=1298>

## 西南交通大学关于公布 2006 年双语教学研究基金立项项目名单的通知

新闻类型:新闻/公告-通知 发布时间:2006-07-05 17:46:07.56 浏览次数:870

西交校教[2006]16 号

### 西南交通大学关于公布 2006 年双语教学研究基金立项项目名单的通知

校内各教学单位:

为全面贯彻教育部《2003-2007 年教育振兴行动计划》和《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》（教高[2005]1 号）文件精神，促进双语教学积极、稳妥、有序地开展，逐步实现学校教育教学国际化，不断提高教学质量和办学水平，结合我校实际，特组织本次“西南交通大学 2006 年双语教学研究基金”立项。

经院(系)推荐和学校专家组评审,并报经 2006 年 6 月 14 日校长办公会议审定, 2006 年度校双语教学研究项目共批准立项 32 项, 资助总经费 16 万元, 经费管理办法参照《西南交通大学本科双语教学管理办法(暂行)》执行。现将名单(见附件)予以公布。

专此通知

附件: 西南交通大学 2006 年双语教学研究基金批准项目名单

### 西南交通大学 2006 年双语教学研究基金批准项目名单

序号	课程名称	申请人	批准经费(元)
23	数学系 线性代数	秦应兵	5000

<http://dean.swjtu.edu.cn/servlet/ViewNews?NewsID=2397>

## 西南交通大学关于公布 2008 年度校教材建设研究项目立项名单的通知

新闻类型:新闻/公告-教材 发布时间:2008-11-05 16:29:24.14 浏览次数:683

西交校教[2008]9 号

### 西南交通大学关于公布 2008 年度 校教材建设研究项目立项名单的通知

校内各教学单位:

经院(系)推荐和学校专家组评审并报经校长办公会议审定, 2008 年度校教材建设研究项目共批准立项 113 项, 其中重点项目 73 项, 一般项目 40 项。现将名单(见附件)予以公布。

专此通知

附件: 西南交通大学 2008 年度教材建设研究批准项目名称

二 00 八年十一月四日

#### 西南交通大学 2008 年度教材建设研究批准项目名称

编号	课题名称	申请级别	申请人	申请单位
27	时间序列分析及其应用	一般	王 沁	数学学院
28	数学建模方法实验	一般	王璐	数学学院
87	线性代数	重点	韩流冰	数学学院
88	工程统计学	重点	刘?	数学学院



大学数学课程报告论坛

2007

# 论文集

大学数学课程报告论坛组委会



高等教育出版社

大学微积分教学的几个问题.....	马 健	140
中美典型微积分教材的比较研究.....	陈宇峰	141
行列式教学的改革与实践.....	田代军	142
运筹学课程教学的探讨.....	董晓波	143
概率论与数理统计课程教学的改革与实践.....	郭明月	144
中美非统计学专业统计学教材的比较分析.....	王树超	145
独立学院数学基础课程教学改革实践之我见.....	徐 兵	146
独立学院高等数学课程建设的研究和实践.....	史俊慧	147
大学数学课程整体融合的实践与比较.....	韩旭昱	148
关于建立高等数学分层次教学改革目标的思考.....	张水仪	149
高等数学分层次教学的研究与实践.....	李有文	150
新形势下高等数学教学改革的实践与思考.....	刘晓莉	151
从两套教材看中美大学数学的教学理念.....	仇汉清	152
苏格兰高校数学和统计学专业教学的一些特点与启示.....	胡良剑	153
我校公共数学类课程体系的设置和研究.....	田立平	154

## 大会征文 (二)

### 课程教学方法、教学手段和考试方法的探讨

美国工科微积分教育改革给我们的反思.....	孙立民	161
工科院校高等数学教学改革的探索与实践.....	熊维琦	162
多元函数的度量微分.....	赵 辉	163
将数学建模思想融入到数学基础课教学中的探索与实践.....	姜广峰	164
数学建模教学策略——一个课堂案例分析.....	但 琦	165
强化数学建模教学,提高学员的数学素质和人文素质.....	刘清国	166
讨论法在数学建模教学中的应用探析.....	周家全	167
概率论与数理统计课程中假设检验教学的几点体会.....	王 沁	168
概率统计课程创新性思维能力培养的教学研究.....	孙道德	169
结合经济领域成果,改革经济数学教学方法.....	尹 剑	170
基于线性代数智能在线测试系统的考试改革及实践.....	方文波	171
信息技术辅助研究性教学的探索.....	毕志伟	172
教学方法的改革及信息技术在高等数学课程教学中的应用.....	李大卫	173
信息技术在概率论课程教学中的应用.....	祝国强	174
浅议 blog 在高校数学类课程教学中的作用.....	曹广洪	175
关于本科人才培养模式的若干尝试.....	孙志人	176

# 概率论与数理统计课程中 假设检验教学的几点体会

王 心

(西南交通大学, 成都 610031)

**摘 要:** 在假设检验的教学中, 注意从假设检验的法则入手, 紧扣假设检验的步骤, 结合置信区间和软件中常用的  $p$  值, 丰富假设检验教学的内容, 进行启发式教学, 这样才能引导学生正确解题, 把握假设检验的统计思维。

**关键词:** 假设检验; 显著性水平; 置信区间;  $p$  值

假设检验是概率论与数理统计课程教学的重要内容, 是学习抽样推断统计思想的一扇窗口。在学习假设检验的过程中, 许多学生死记硬背一系列公式, 忽略假设检验的思想, 从而不能举一反三。如何对假设检验进行教学, 引导学生理解假设检验的统计思维, 正确在经济、管理、决策等方面进行广泛的应用, 引起了笔者的思考。下面结合自己的教学实践谈一些粗浅的体会。

## 一、从假设检验的法则入手

在讲假设检验的时候, 首先应引入许多实际生活中需要用假设检验解决的实例, 引导学生的兴趣。例如: 同一老师对不同学生进行教学, 教学效果比较。合理的假设是假设检验的基础工作。在提出假设的过程中, 必须使学生明白: 虽然那个是原假设  $H_0$ 、那个是备择假设  $H_1$  无关紧要, 紧要的问题是探索哪一个假设被接受, 但原假设与备择假设是相辅相成、缺一不可的, 被接受的假设是推理的基础, 备择假设并不是不起作用的, 所以必须正确建立原假设和备择假设。在实际问题中, 一般要考虑事情发生的逻辑顺序和关心的事件, 原假设是我们最关心的假设, 是对我们最有利的假设。

当学生对提出假设有初步认识后, 应对各种类型的假设有所认识。从假设检验的对象出发, 分为参数假设检验和非参数假设检验; 从假设检验的形式出发, 分为单侧假设检验和双侧假设检验。不论是参数假设检验, 还是非参数假设检验, 不论是单侧假设检验, 还是双侧假设检验, 其核心的问题都是从样本出发制定一个法则, 利用我们所构造的法则作出判断。

假设检验的法则则是以概率统计中的“反证法”——小概率事件原理为基础。小概率事件原理又称为实际推断原理。如果一个事件发生的概率很小, 那么在一次试验中, 概率很小的事件几乎不发生, 若该事件发生了, 那么只能说明假设是错误的。在讲假设检验的法则时, 可以先让学生做一些利用小概率原理作检验和判断的题, 例如: 甲、乙两种味道和颜色都极为近似的名酒各 4 杯, 如果从中抽出 4 杯, 能将甲酒全部抽出来, 算是成功一次。某人声称他通过基

...两种情...  
...分能力...  
...情误概率...  
二、紧扣假...  
...学生对提出...  
...的步骤是...  
...形式确定统...  
...受  $H_1$  (真)...  
...本值和拒绝域...  
...给出拒绝...  
...必须多举一些...  
...  $|\bar{x} - \mu_0| > \mu$  (...  
...区域的形式为...  
...是已知的概...  
...机事件 A 由...  
...在假设前提...  
...论概率和实际...  
...正态总体的...  
...确定假设检...  
...充分理解后...  
...当学生对提出...  
...假设检验步骤...  
...通过验证...  
...存在两类错...  
三、明确借...  
...假设检验所...  
...“错误, 我...  
...概率记为  $\beta =$ ...  
... (真)  $= 1 - \alpha$ ...  
...拒绝域...  
...必须提醒...  
...  $|\bar{x} - \mu_0| > \mu$  (...  
...取值为:  $|\bar{x}$

2007 2

# 大学数学

College

第二十三卷 VOL.23

Mathematics

Daxue Shuxue

ISSN 1672-1454





教 学 参 考	不等式约束的向量优化中值映射的余切上图导数.....	万美娟(117)
	解耦的转接计算.....	徐进, 易业强(122)
	高阶的非线性常微分不等式全局解存在的必要条件.....	李梅(125)
	分形插值函数的矩阵计算.....	左飞, 等(130)
	关于 $K$ -分块循环矩阵及其对角化问题的讨论.....	张光祥(135)
	高阶可微函数 Ostrowski 型不等式.....	杜廷生(138)
	矩阵秩的一个恒等式及其证明.....	胡俊生(141)
	开区间内有不可导点的微分中值定理.....	李超(147)
	辛甫生公式的推广.....	高爽(151)
	求一个特殊矩阵的 $n$ 次幂的方法.....	刘文军(155)
	关于二元分式线性齐次复合函数的积分.....	哈德生, 潘志鹏(158)
	用“综合除法”求相似变换矩阵.....	吕效国(164)
	随机误差的分布机理.....	陈华(168)
	强亚正交矩阵及其性质.....	秦应兵(171)
	次正规矩阵、次酉矩阵、次厄米特矩阵及反次厄米特矩阵.....	郭华(174)
关于二项分布的极限分布的一个注记.....	郑永冰(178)	
对推广 Raabe 判别法的再讨论.....	蒋科全(182)	
线性代数与微积分学问题与解法的渗透.....	朱永生(185)	

[期刊基本参数] CN 34-1221/O1 \* 1984 \* b \* A4 \* 192 \* zh+en \* P \* ¥10.00 \* 1200 \* 43 \* 2007-04

本期责任编辑:周玲  
本期责任校对:胡爱玲

# 强亚正交矩阵及其性质

秦应兵

(西南交通大学 数学系, 成都 610031)

[摘要] 推广正交矩阵得到了强亚正交矩阵的概念并讨论了它的性质.

[关键词] 强亚正交矩阵; 正交矩阵; 行正交矩阵; 列正交矩阵

[中图分类号] O151.21 [文献标识码] C [文章编号] 1672-1454(2007)02-0171-03

定义 设  $U$  是  $n$  阶实数矩阵, 如果

$$UU^T = U^T U = D = \begin{pmatrix} d_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & d_n \end{pmatrix} \quad (d_i > 0, i=1, 2, \dots, n),$$

则称  $U$  为强亚正交矩阵.

显然, 由定义, 可逆的对角矩阵一定是强亚正交矩阵. 如果  $D = E$ , 则  $U$  是正交矩阵. 特别地, 如果  $D$  为数量矩阵, 则线性变换  $U$  是伸缩变换, 此时称此矩阵为拟正交矩阵.

定理 1  $U$  为强亚正交矩阵的充分必要条件是  $U$  既是行正交矩阵又是列正交矩阵, 且对应行向量与列向量的模相等.

证 (必要性) 设  $U$  是强亚正交矩阵, 则

$$UU^T = D = \begin{pmatrix} d_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & d_n \end{pmatrix}.$$

设  $x_i$  表示  $U$  的第  $i$  个行向量, 则  $x_i$  与  $x_j$  的内积为

$$(x_i, x_j) = \delta_{ij} d_i, \quad \text{其中 } \delta_{ij} = \begin{cases} 1, & i=j, \\ 0, & i \neq j. \end{cases}$$

于是  $U$  的行向量组是正交向量组,  $U$  为行正交矩阵. 同理可证明  $U$  的列正交矩阵. 设  $y_i$  为  $U$  的第  $i$  个列向量, 则

$$|y_i|^2 = (y_i, y_i) = d_i = (x_i, x_i) = |x_i|^2, \quad \text{即 } |x_i| = |y_i|.$$

(充分性) 如果  $U$  为行正交矩阵, 设  $UU^T = (d_i)_{i=1, \dots, n}$ , 则

$$d_{ij} = (x_i, x_j) = |x_i|^2 \delta_{ij} = \begin{cases} |x_i|^2, & i=j, \\ 0, & i \neq j, \end{cases}$$

即  $UU^T = (d_i)_{i=1, \dots, n}$  为对角矩阵. 如果  $U$  的列向量组是正交向量组, 同理可证明  $U^T U$  为对角矩阵且由  $U$  对应行向量与列向量的模相等, 我们有  $U^T U = UU^T$ , 即  $U$  是强亚正交矩阵.

注意, 一般地, 一个矩阵同时为行正交矩阵、列正交矩阵, 但它不一定是强亚正交矩阵. 例如

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \text{ 于是}$$

[收稿日期]

全国中文核心期刊

中国人文社科核心期刊

CSSCI来源期刊

# 教育理论与实践

Theory and Practice of Education



2007

第 27 卷  
第 4 期

ISSN 1004-633X



94	扬州大学物理双语教学的理论与实践	王洪 唐宇 陈孟娟	
96	关于《植物生理学》双语教学的思考	李蕾	183 计算机
98	我国高校本科双语教学的目的、双语的途径及其教材	孙建芳	185 力学
101	生物类专业基础课程“生物化学”双语教学改革的探讨	郑德平 潘力 林新	186 高校
104	《细胞生物学》课程双语教学优化模式的探讨	孙建芳	188 《数
106	双语教学中的内容与语言:以酒店管理课程为例的探讨	赵新元	190 编写
108	《塑料模具数控加工技术》双语教学的探索与思考	孙建芳 陈可娟	193 双语
110	对“数字信号处理”课程进行双语教学的思考	曹燕 孔军 韦洪	195 教育
113	论法学双语教学模式的改进	周蔚文	197 通信
115	关于电子技术课程双语教学的问题与思考	潘强 李小雨	199 智
117	离散数学课“双语教学”的研究与实践	陈 颖	202 基
119	电子商务学院计算机类课程开展双语教学的探讨	左文明 王飞雁 袁 杰	207 线
121	线性微积分的双语教学	张秀平 郭玉峰 曾中丹	208 大
123	《运动控制系统》精品课程建设与双语教学的探讨	许玉格 罗飞	210 关
125	CMC网络环境下大学化学双语教学新模式的构建	刘静 敬松	212 关
127	经济学专业基础课双语教学实践探索	王程琼	214 新
129	双语制能课程互动式教学的探索与实践	冯平 胡琳	216 新
131	有机化学双语教学初探	林东恩	219 双
133	《中药鉴定学》双语教学方法的探索与实践	肖冰梅 刘塔斯	221 关
134	《国际传播学》课程双语教学的探索与思考	齐莉莉	223 新
136	工程制图双语教学的研究与实践	樊红丽 焦永和	225 关
138	土木工程专业课程双语教学的实践与思考	魏德敏	228 关
140	对土木工程专业课程实施双语教学的思考和探索	季静 周小文 薛小蕾	231
141	双语教学在摄影课程的应用初探	姚乐平	234
143	“信号与系统”、“数字信号处理”和“控制工程基础” 三门课程重叠内容的处理方法探讨	钱玲 徐天成	237
145	电路分析基础课程双语教学模式与实践	徐亚宁	238
147	双语教学与哲学本科教育	姜靖宇	243
149	EDA系统在数字电子技术教学中的探索	赵文锋 宋淑然 许利霞	245
151	新形势下《化工原理》教学中应注意的几个问题	王洪海 李春利 李柏香	248
153	大学物理双语教学方法与手段的探索与实践	战可涛	250
155	一般师范类本科院校计算机专业双语教学思考与实践	蒋雪玲 刘 进	253
158	完善教学内容,促进生化实验教学改革的深入进行	李遂娟 刘艳秋 熊莉丽	256
161	关于提高高等数学教学质量的几点思考	秦应兵 夏世芬 柳 颖	261
163	DCLA-SCIT EMBA 外教课程英语翻译经验探索	叶文娟	264
166	《管理信息系统》双语教学的经验与体会	简小庆	266
167	“光电子技术”课程教改和双语教学尝试	叶莉华 崔一平 王语元	271
169	“光电子技术”双语教学课程的建设	赵懿璠 王卫星 王 瑾	273
171	关于在单片机课程中运用双语教学的思考	邓小玲 王卫星 徐兴会	277
173	关于《电子线路CAD》双语教学模式的探讨	蔡坤 胡洁 胡春燕	
174	煤矿瓦斯爆炸分析及其无线传感网络监控研究	李春茂	
177	《可编程逻辑器件》课程双语教学改革的探索与实践	陈楚 王卫星 俞圣	
179	谓基本杨酸铁配合物组成测定实验的设计化改造及教学实践	林亦晖 魏小兰 黄 莹	

## 关于提高高等数学教学质量的几点思考

■ 秦应兵, 夏世芬, 郑 轶

提高高等数学教学质量, 关键在于激发学习兴趣, 充分调动学生学习的积极性、主动性, 利用背景问题、应用数学史问题是激发学生兴趣的有效手段; 数学作为一种思想方法, 是人类文化重要组成部分, 具有重要的文化价值, 渗透数学文化、数学思想的教育, 有利于培养学生的数学素养, 学会用数学的思维方式观察分析现实社会, 培养对知识的探求精神, 利用多媒体进行高等数学的教学, 宜精不宜多, 教师应发挥主观能动性, 体现教学活动的创造性。关键词: 高等数学; 教学质量; 问题; 数学思想; 数学文化; 多媒体

不仅为认识自然界提供了必要的工具和思想方法, 是一种文化, 一种思想。数学对人的深层次渗透, 对“情感态度与价值观”的影响与塑造, 数学教育学生的综合素质具有重要的意义。然而, 由于高等数学的系统性, 不少学生感到学习非常困难, 学习积极性不高, 相当一部分学生仅仅以通过考试为目的, 甚至有些学生经常逃课, 这对于学生的成长利。笔者在多年的高等数学课程的教学实践中, 对提高教学质量、激发学生的兴趣进行了一些有益的探索。

### 利用问题激发学生的兴趣

著名数学家哈尔莫斯说:“问题是数学的心脏。”的发明、数学方法和思想的产生归根到底还是为了或实际问题。现代心理学研究表明, 问题不仅能迅速由抑制转到兴奋状态, 而且还会使学生把学成一种“自我需要”。为此, 教师应在课堂教学中出问题, 唤起学生的求知欲望, 激发兴趣, 提高教

在进行高等数学的教学中, 根据不同的内容, 分别种类型的问题: 背景问题、应用问题、与数学史相。背景问题与应用性问题主要于新的一章开始以及概念的时候提出, 以便于学生掌握整章的内容和。例如在刚刚开始讲授高等数学的时候, 我便向问题:“高等数学与初等数学最主要的区别是什么”学生就其自身对高等数学的了解和认识纷纷提出自之后, 笔者系统的分析了初等数学与高等数学主要处理对象的不同: 有限与无穷, 高等数学所处理的的叠加、无穷的细分与无穷的迭代。进而以例子是无穷的叠加、无穷的细分与无穷的迭代(如飞矢新龟兔赛跑、曲线的切线、曲边梯形的面积等例子)。问题, 可以刺激学生对新学的材料本身发生兴趣, 学习的愿望, 滋生其学习动力。

在教学过程中, 数学问题的编拟以及时机的提出是极为。所编拟的问题应该能有效地激发学生强烈的求知

选择历史上一些有趣味的史实以及用充分显示出新知识在解决实际问题或理论问题时的普遍而重要的应用价值来编拟数学问题来激发学生强烈的求知欲是非常有效的一种手段, 例如, 在进行无穷级数的教学时, 笔者首先提出了一个问题:  $x = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots = ?$  并让学生想办法求答, 有的回答是 1, 有的回答是 0, 于是笔者按照他们所计算的方法发现谬误  $1 = 0$ 。笔者指出这是数学史上著名的数学第二次危机的一个体现, 随后笔者又提出问题: 一只小球, 从离地面高 H 米处自由下落, 落地后弹回的高度是前次的一半, 如此往复不已, 小球会停止跳动吗? 大部分学生都觉得小球会停止跳动, 但是又说不出理由, 于是笔者便细致的引导他们如何将此问题转化为判断小球完成无穷次跳动所需的时间是否是有限的, 当这节课结束时, 笔者又向学生布置了古希腊爱利亚学派数学家芝诺(约公元前 490-前 430)的悖论: 快跑阿基里斯的速度是乌龟速度的 10 倍, 如果乌龟先走 100 米, 那么阿基里斯永远也追不上乌龟, 因为, 当阿基里斯到达乌龟的起点时, 乌龟也向前走了 10 米, 而当阿基里斯走完这 10 米时, 乌龟又向前走了 1 米, 由此类推, 阿基里斯永远也追不上乌龟, 你能指出这一悖论的谬误之处吗? 通过这几个问题, 既可以清楚地阐述无穷级数的本质, 无穷级数所要解决的问题, 同时极大地吸引了学生的注意力, 促进产生解决问题的愿望, 毫无疑问, 这对于组织教学和驾驭课堂以及提高教学质量是极为有利的。

在教学过程中, 教师所提出的问题还应具有量力性和难易的适变性, 学生仅仅对所提出的问题感兴趣还不行, 还要能在老师的引导下, 通过自己的努力, 在预定的不太长的课堂教学时间内解决它, 同时问题必须有适当的难度, 必须从学生的实际情况出发, 既不能让学生轻而易举地解决问题, 也不能超过学生的承受能力, 学生轻而易举就解决了, 则他解决问题的能力就不能得到多大的提高, 超过了学生的承受能力, 则望而生畏, 根本就不敢去思考问题了, 则更达不到培养学生解决问题能力的目的。

### 二、渗透数学思想与数学文化

数学思想是高等数学教学的重要内容, 产生于人们对数学的认识活动中, 又反过来对数学认识活动起重要的指导作

## 随机事件的教学实践与探索

■ 刘 敏, 赵联文

**摘 要:** 随机事件是概率论与数理统计中的一个基本概念, 学生在学习过程中普遍感觉直观, 但独立思考时却很难把握其分析思路。本文结合教学实践, 对随机事件的描述和表示进行了整理和总结, 并由具体实例到抽象概念, 运用归纳类比等方法, 就如何引导学生展开分析思路做了相应的探讨。

**关键词:** 概率; 随机事件; 随机变量

由于随机现象的普遍存在性、研究方法的独特性和教学内容的实用性, 概率论与数理统计已经成为高等院校数学、经济学、管理学、工学等各专业的学生必修的一门基础课。概率论与数理统计是以揭示随机现象的统计规律性为主要任务的科学。根据其研究工具的不同, 对于随机现象的描述可以分为随机事件和随机变量。

目前中学数学的教学内容中包含了概率统计的初步知识, 因此学生进入大学开始学习概率统计时往往对基本概念不够重视, 认为都是学过的内容。需要指出的是, 中学数学中的概率统计计算侧重于单个事件发生概率的计算, 对于实际问题中更为常见的复杂事件(即利用事件关系表示的随机事件)基本不涉及, 而这正是作为一门系统课程——概率统计所需要解决的基本问题之一。在大学的概率统计课程中, 随机变量的概念一般都是在随机事件的基础上引申出来的, 因此对随机事件的理解和把握将直接影响整个概率统计课程的学习。

在随机事件这一部分的教学过程中我们发现, 虽然大多数问题都来源于实际生活, 但由于其思维方式不同于其他类数学课程, 学生在学习过程中普遍感觉概念难以理解, 往往是上课听得懂, 而一旦自己单独处理问题就会束手无策, 思维无法展开。我们认为, 学生出现上述问题的主要原因在于没有抓住问题的规律性。对于随机事件的描述和基本分析思路没有真正理解和把握。这就需要老师在教学过程中结合具体例题带动学生一起分析, 并注意通过对比和归纳总结, 使学生透过具体问题领会概率统计这门学科的思维特征, 由困难逐渐过渡到感兴趣, 从而逐步培养出相应的思维习惯和能力。

从集合论的观点看, 随机事件就是样本空间中满足事件要求的样本点所构成的子集。因此, 集合论中的有关知识就是分析随机事件的主要工具之一。而如何将问题所关注的随机事件准确地表示出来则是我们分析和解决问题的关键。根据作者在教学过程中的实际情况来看, 可以结合实例引导学生对这类问题做归纳总结: 首先要理清问题中所涉及到的随机事件及其相互关系, 并将关键事件用大写字母表示出来, 然后再根据问题的描述利用关系运算将问题事件准确地表示出来; 最后, 针对几类常见的表现形式, 再去总结各自的分析思路应该如何展开。

### 一、随机事件的表示应体现出内在联系

一般而言, 如果我们遇到的问题具有一定的实际背景, 所涉及到的随机事件之间存在着内在联系或逻辑关系, 那么理清思路的首要工作就是寻找其中的基本信息并将关键事件用大写字母表示出来。值得注意的是, 刚开始学习时学生经常会将这些随机事件依次用 A、B、C、D 等不同字母表示出来, 这样做虽然并不影响接下来的问题的处理, 但这种表示方法没有将随机事件的相互联系体现出来, 尤其是对于复杂问题的分析很难起到太大作用。

例 1: 在空中战中, 甲机先向乙机开火, 击落乙机的概率是 0.2, 若乙机未被击落, 就进行还击, 击落甲机的概率是 0.3, 若甲机未被击落, 则再进攻乙机, 击落乙机的概率为 0.4, 求在这几个回合中, 甲机被击落的概率。

一般而言, 学生解题时会直接将“甲机被击落”记为随机事件 A, 虽然这样做没有任何问题, 但对于问题的分析却几乎没有什么帮助。经过分析我们可以发现, 甲、乙两架飞机最多进行三个回合, 每一次都只可能有两种情况: 飞机被击落, 飞机没有被击落。也就是说, 如果不区分两架飞机的话, 每一个回合飞机都有可能被击落, 所以我们可以用同一字母表示飞机被击落这一随机事件, 用脚标表示不同的回合, 即  $A_j$  表示“第 j 回合飞机被击落”,  $j=1, 2, 3$ , 而“飞机没有被击落”就可以利用  $A_j$  的对立事件  $\bar{A}_j$  相应地表示出来。显然“甲机被击落”就意味着第一回合飞机没有被击落而第二回合飞机被击落了, 即  $\bar{A}_1 A_2$ , 而且我们还可以将已知的信息表示为  $P(A_1) = 0.2$ ,  $P(A_2 | \bar{A}_1) = 0.3$ ,

$P(A_3 | \bar{A}_1 \bar{A}_2) = 0.4$ , 接下来就是如何根据已知的信息求出  $P(\bar{A}_1 A_2)$ 。

由此可见, 随机事件的描述并不是简单地用字母表示一下而已, 如何清晰准确地表示出问题事件对问题的分析和处理将起到至关重要的作用。总的来说, 当随机事件存在一定的逻辑顺序时, 可以用字母带脚标表示, 同时, 当一次随机事件只有两种可能结果时, 要尽可能利用对立事件表示。

ISSN 1000-0984  
CODEN SSHRE8

# 数学的实践与认识

MATHEMATICS  
IN PRACTICE AND THEORY

第三十七卷  
Vol. 37

**2007**

中国数学会会刊  
中国科学院数学与系统科学研究院主办

## 股票收益率尾部相关性的 Copula 度量及模拟

王璐<sup>1,2</sup>, 王嵩<sup>1</sup>, 庞皓<sup>2</sup>

(1. 西南交通大学 数学系, 成都 610000)

(2. 西南财经大学 统计学院, 成都 610000)

**摘要:** 股票收益率尾部相关性是研究金融市场风险性的重要内容. 由于传统的  $r, \rho$  等相关系数是对随机变量的全局度量, 不适用于收益率分布尾部这种局部特征的相关性度量. 因此, 在引入左尾(右尾)相关系数的基础上, 讨论了它们的 Copula 度量及其相关性质. 最后, 通过计算机模拟分析了沪、深股指收益率尾部相关性的变化趋势, 有效避免了 Copula 模型的设定困难, 并得到了尾部相关性增强, 相关不对称等结论.

**关键词:** 收益率尾部; 尾部相关性; copula

## 1 问题的提出

股票收益率尾部研究是对收益率分布的尾部行为及特征的数量研究, 它可以反映金融资产价格剧烈波动时收益率的变化. 目前收益率尾部行为的研究越来越受到重视. Fama<sup>[1]</sup>和 Mandelbrot<sup>[2]</sup>在其论文中首次指出资产回报的无条件分布具有高峰重尾性. Mantegna 和 Stanley<sup>[3]</sup>又提出用截尾的列维分布代替正态分布来描述收益率的胖尾分布现象. 在国内, 朱国庆<sup>[4]</sup>、缪柏其<sup>[5]</sup>等人都验证了中国股市存在着严重的重尾现象.

收益率的尾部相关性描述了当收益率发生极端事件(猛涨或猛跌)时, 它对其它收益率波动的影响程度. Eric Jondeau<sup>[6]</sup>等研究表明, 金融资产收益表现出较强的尾部相关性, 并且是非对称的, 其左尾相关性大于右尾相关性. 柳会珍等<sup>[7]</sup>利用广义 Pareto 模型研究了深市收益率分布的尾概率, 并且指出存在着明显的尾部不对称现象.

尾部相关性是对其进行相关性度量, 而包括 Kendall 的  $\tau$  和 Spearman 的  $\rho$  等常用的相关系数实际上是非线性变换下不变的一种相关性指标, 涉及到非线性函数的相关性, 会导出错误的结论<sup>[8]</sup>. 而 Copula 是将多个随机变量  $\xi_1, \dots, \xi_n$  的联合分布  $F(x_1, \dots, x_n)$  与它们各自的边缘分布  $F_1(x_1), \dots, F_n(x_n)$  相连接的函数, 由它导出的相关性度量可以更准确的描述出变量间的(非线性)相关关系, 因此应用范围更广<sup>[9]</sup>. 国内, 韦艳华<sup>[10]</sup>和司维文<sup>[11]</sup>等都选择 Archimedean Copula 族对中国股市收益率的尾部相关性进行了实证研究, 但是他们都没有论证所选择的 Copula 是符合数据特征的最优形式. 因此实际中, 对 Copula 的建模是相当困难的.

本文在引入尾部相关性度量指标  $\lambda^L$  和  $\lambda^R$  的基础上, 研究了它的 Copula 表示形式及相关性质; 并将其运用于沪深收益率尾部相关性的研究, 采用模拟的方法近似求出相关系数, 这样避免了因设定 Copula 模型带来的困难, 同时得到了收益率相关系数在尾部的变化趋势图, 更好的捕捉到了尾相关系数的变化, 进一步验证了该指标的有效性.

收稿日期: 2006-04-05

基金项目: 国家社会科学基金(05B11008)



## 对教师岗位设置实施工作的思考

杨宁 李立 何虎

(西南交通大学 四川 成都 610031)

**关键词** 高等学校 师资队伍 岗位设置

**内容摘要** 本文结合西南交通大学的特色和实际情况,论述了高校岗位设置和聘用的指导思想及设置原则,提出教师岗位是高校岗位设置和聘用的主体,设计了高校教师岗位设置管理方案和总体框架,以及对教师岗位设置和聘用过程的管理办法。

西南交通大学创建于1896年,是我国近代建校最早的高等学府之一,也是首批进入“211工程”建设和设有研究生院的全国重点高校。近年来,学校紧紧围绕国家轨道交通事业的进步与发展,在轨道交通、磁浮交通、高速铁路、大型桥梁隧道、现代交通信息等研究领域取得了重大突破,积极推进我国轨道交通领域的原始创新和集成创新,努力将西南交通大学建设成为具有交通特色的,以工科为主,工、理、管、经、文、法等多学科协调发展的高水平研究型大学。

2000年后,随着我校管理体制的变革,在教育部的管理下,西南交大紧跟改革形势,开展了学校内部管理体制改革,进行了两轮校院二级管理和人事分配制度改革、二次校机关和直属单位业务部门的定编工作,并于2005年

底开展了校机关和直属单位业务部门科级以下管理人员的岗位聘用工作。这些改革为当前开展岗位设置管理与聘用工作奠定了一定的基础。本文主要对西南交大教师岗位设置工作进行思考和探讨。

### 一、学校岗位设置管理工作的基本思想

#### 1. 学校岗位设置管理工作的指导思想

以科学发展观为统领,以构建现代大学人事制度,加强人才队伍建设,提高办学水平为目标,以国家政策为指导,结合学校的实际,坚持分类指导、优化结构,提高效益和竞争择优为导向,积极稳妥地推进建立以岗位管理和聘用制度为基础的用人制度,实现由身份管理向岗位管理的转变,由固定用人向合同用人的转变,建立和完善有利于优秀人才成长发展的制度环境。

#### 2. 学校岗位设置管理工作的基本原则

**作者简介:** 杨宁,男,西南交通大学人事处处长,主要研究管理科学与工程、系统分析与决策。  
李立,女,西南交通大学人事处副处长,主要研究机械设计与理论、人力资源管理。  
何虎,男,西南交通大学师资管理办公室副主任,主要研究数据库技术、人力资源管理。

# 高等数学 (上册)

GAODENG SHUXUE

第二版

何瑞文 胡 成 | 编  
杨 宁 周海东 | 编  
涂汉生 | 主审



$$\iiint_{\Omega} f(x, y, z) dv = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(\xi_i, \eta_i, \zeta_i) \Delta v_i$$

东南大学出版社  
<http://press.sejtu.edu.cn>

# 高等数学 (下册)

GAODENG SHUXUE

第二版

杨 宁 周海东 | 编  
胡 成 何瑞文 |  
涂汉生 | 主审



$$\iiint_{\Omega} f(x,y,z) dv = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(\xi_i, \eta_i, \zeta_i) \Delta v_i$$

东南大学出版社  
http://press.seu.edu.cn



# 线性代数 与空间解析几何

韩流冰 叶建军 何瑞文

$$A_{m \times n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$



西南交通大学出版社

21世纪高等院校优秀教材

# 概率论



The Theory of Probability and Statistics

# 数理统计 (第2版)

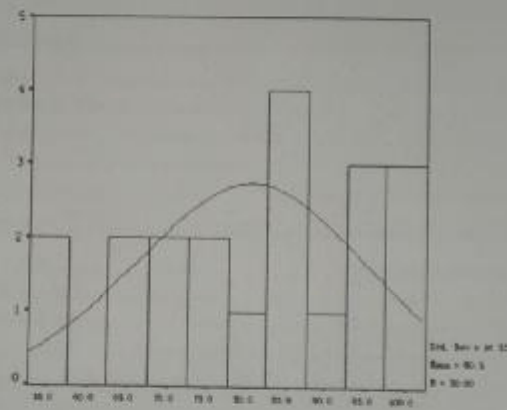
李裕奇 编 何平 审

上

国防工业出版社

# 统计软件 SPSS 实验指导书

王 璐



西南交通大学

2007年4月

# 线性代数选讲

## 目 录

A. 行列式的 Laplace 展开定理	1
B. 分块矩阵的初等变换	5
C. 向量与方阵的范数	11
D. 矩阵的 Jordan 标准形	23
E. 线性空间与线性变换	21
F. 过渡矩阵、特征值与特征向量	32

西南交通大学

2005. 8

<http://dean.swjtu.edu.cn/servlet/ViewNews?NewsID=2379>

## 2008 年度校级教学成果奖评审结果公示

新闻类型:新闻/公告-教学 发布时间:2008-10-24 12:29:07.39 浏览次数:1117

校内各单位:

根据《西南交通大学关于申报 2008 年校级教学成果奖的通知》(西交校教 2008[6]号),经全校 30 个单位推荐,共有 109 项教学成果申报 2008 年校级教学成果奖。依据《西南交通大学教学成果奖评选办法》的有关要求,2008 年 10 月 23 日,校本科教学指导委员会对申报项目进行了评审,共评出一等奖 44 项,二等奖 30 项,三等奖 22 项。现将评审结果公示如下,公示期为 2008 年 10 月 24 日至 29 日,若对公示结果有异议者,请向教务处反映,电话:66366251,66366201。

西南交通大学教务处

### 一等奖:

17 教、学、研一体化的大学数学教学模式的研究与实践 数学学院

叶建军、袁俭、秦应兵、王璐、薛长虹、徐跃良

18 工科各专业数学创新体系构建与实践 数学学院 袁俭、蒲伟、王

璐、叶建军、何平、徐跃良、薛长虹

### 二等奖:

12 现代化教学手段高等数学网上作业系统的编写与实践 数学学院

蒲伟、夏世芬、袁俭、秦应兵、叶建军、卿铭、杨守健

### 三等奖:

9 加强基础理论与实践相结合,促进随机数学教学的深化改革 数

学学院 李裕奇、何平、赵联文、王沁、王璐

10 高等数学教学中数学思想与数学文化的渗透 数学学院 秦应兵、



叶建军、夏世芬、蒲伟、卿铭、何平

<http://dean.swjtu.edu.cn/servlet/ViewNews?NewsID=1584>

## 关于 2006 年度校级教学成果奖评审结果公示

新闻类型:新闻/公告-教学 发布时间:2007-01-29 09:43:40.403 浏览次数:2567

各教学单位:

按照《西南交通大学本科教学成果奖评选办法》，教务处组织校教学指导专业委员会于 2007 年 1 月 25 日召开了 2006 年度校级教学成果奖评审会议。共评出校级教学成果一等奖 31 项，二等奖 27 项，三等奖 5 项。现将结果给予公示，对公示结果有异议的单位或个人可打电话咨询反映。咨询电话：87600251 87600201 87600253。

特别说明的是，根据教学成果奖评选办法，集体奖的申报人数一等奖不超过 9 人，二等奖不超过 7 人，三等奖不超过 5 人，请超过申报人数限制的成果及时与教学科确定最终名单，否则将默认公示结果中括号内人员名单被删除。

教务处

二〇〇七年一月二十九日

18 新世纪数学分析课程教学改革初探 杨晗 陈滋利 冯颖 杨晓

伟 数学系

# 西南交通大学第五届优秀教材获奖证书

## 一等奖

教材名称：高等数学（上下册）

主 编：杨宁、胡成、何瑞文

出版单位：西南交通大学出版社



# 西南交通大学第五届优秀教材获奖证书

## 二等奖

教材名称：线性代数与空间解析几何

主 编：韩流冰、叶建军、何瑞文

出版单位：西南交通大学出版社







## 西南交通大学

学 生 方文骁 李秋玲 刘玉婷  
指导教师 王 璐

荣获二零零七年高教社杯全国大学生  
数学建模竞赛甲组一等奖。

教育部 高等教育司  
中国工业与应用数学学会



## 西南交通大学

学 生 董 月 杨佳佳 黄云霞  
指导教师 王 璐

荣获二零零七年高教社杯全国大学生  
数学建模竞赛甲组二等奖。

教育部 高等教育司  
中国工业与应用数学学会





## 西南交通大学

学 生 张书瑞 裴星星 黄如君  
指导教师 徐跃良

荣获二零零七年高教社杯全国大学生  
数学建模竞赛甲组一等奖。



## 西南交通大学

学 生 马雅男 项水英 张慧明  
指导教师 王 璐

荣获二零零六年高教社杯全国大学生  
数学建模竞赛甲组二等奖。



# 获奖证书

学 校：西南交通大学  
学 生：张书瑞 刘宗全 周 焱  
指导教师：徐跃良

在二零零七年“中国电机工程学会杯”全国大学生  
电工数学建模竞赛中荣获二等奖。



# 获奖证书

学 校：西南交通大学  
学 生：戚罗乐 王励励 杨勇鹏  
指导教师：徐跃良

在二零零七年“中国电机工程学会杯”全国大学生  
电工数学建模竞赛中荣获一等奖。



# 获奖证书

学 校：西南交通大学

学 生：陈智宇 王明均 曾德兵

指导教师：王 璐

在二零零七年“中国电机工程学会  
电工数学建模竞赛中荣获二等奖。



# 获奖证书

学 校：西南交通大学  
学 生：陈会翠 乔 文 刘逸东  
指导教师：王 璐

在二零零七年“中国电机工程学会杯”全国大学生  
电工数学建模竞赛中荣获二等奖。

中国电机工程学会  
中国电机工程学会电工数学专业委员会



## 2008 年全国高教杯数学建模竞赛

序号	获奖等级	学生	指导教师
1	全国一等奖	王俊敏 魏星 张波	徐跃良
2	全国一等奖	王旭峰 段胜朋 彭飞	叶建军
3	全国二等奖	黄青云 叶海隆 王思蕴	杨晗
4	全国二等奖	吕金龙 李立 查志	薛长虹
5	全国二等奖	解红磊 郭娟 吴兴文	蒲伟
6	全国二等奖	吴问其 罗春生 吴微勇	薛长虹

## 2008 年美国数学建模竞赛

序号	获奖等级	学生	指导教师
1	<b>Honorable Mention</b>	张书瑞、裴星星、黄如君	徐跃良
2	<b>Honorable Mention</b>	张栋、杨杰、熊一梁	王璐
3	<b>Successful Participant</b>	范雄、陈峥嵘、刘子悦	徐跃良
4	<b>Successful Participant</b>	陈会翠、周远来、乔文	王璐

## 2008 年苏北数学建模竞赛

序号	获奖等级	学生	指导教师
1	全国二等奖	曾庆飞 邬钱涌 李文军	建模指导小组
2	全国二等奖	袁世斐 叶海隆 周远来	建模指导小组
3	全国二等奖	周林飞 徐涛涛 桑益民	建模指导小组
4	全国二等奖	朱翔 贺雨璇 王骞	建模指导小组
5	全国二等奖	孙浩 李中华 蒋春松	建模指导小组
6	全国三等奖	项一腾 张凯 刘树楷	建模指导小组
7	全国三等奖	王旭 纪佳馨 杜夏威	建模指导小组
8	全国三等奖	李邻 刘四进 王海波	建模指导小组
9	全国三等奖	王佑 江晓亮 周在磊	建模指导小组
10	全国三等奖	刘鹏 陈殷 周阳	建模指导小组
11	全国三等奖	曲镜安 丁伟 许威	建模指导小组

## 2007年全国高教杯数学建模

序号	获奖等级	学生	指导教师
1	全国一等奖	陈珂宁、孙鹏飞、于航	徐跃良
2	全国一等奖	方文骁、李秋玲、刘玉婷	王璐
3	全国一等奖	张书瑞、裴星星、黄如君	徐跃良
4	全国二等奖	董月、杨佳佳、黄云霞	王璐
5	全国二等奖	臧天磊、邹大云、陈沁野	赵联文
6	全国二等奖	陈会翠、周远来、乔文	王璐
7	全国二等奖	陈峥嵘、龙小凤、刘子悦	蒲伟
8	全国二等奖	胡春生、文中章、董小钊	徐跃良
9	全国二等奖	范雄、郑凯飞、赵光夫	薛长虹
10	四川省一等奖	盖启明、杨小海、田禹	赵联文
11	四川省一等奖	罗何丹、姜明敏、李竹文	何平
12	四川省一等奖	蒋春松、刘昌龙、王凯	赵联文
13	四川省一等奖	周飞虎、杨晓迪、危辉平	薛长虹
14	四川省二等奖	张亚林、杜雪松、冒波波	叶建军
15	四川省二等奖	徐伟、王艳锋、程云建	蒲伟
16	四川省二等奖	李翔、张婧、宋勇	薛长虹
17	四川省二等奖	戚罗乐、王励励、张永才	徐跃良
18	四川省二等奖	乔邯、胡路、刘朝	薛长虹
19	四川省三等奖	赵晓强、邱勇、齐超	杨晗
20	四川省三等奖	曲祖坤、罗振、胡小科	何平
21	四川省三等奖	张栋、杨杰、熊一梁	杨晗

## 2007年全国“电机工程杯”数学建模竞赛

序号	获奖等级	学生	指导教师
1	全国一等奖	董浩,薛晓利,周志博	薛长虹
2	全国一等奖	熊一梁,杨杰,张栋	袁俭
3	全国一等奖	戚罗乐,王励励,杨勇鹏	徐跃良
4	全国二等奖	姜明敏,罗何丹,张晶	袁俭
5	全国二等奖	曾庆飞,鄢钱涌,董战力	袁俭
6	全国二等奖	张书瑞,刘宗全,周祖镇	徐跃良
7	全国二等奖	王旭,邹军华,舒丛丛	王璐
8	全国二等奖	杨艳,肖婉,王鑫	王健鹏
9	全国二等奖	臧天磊,邹大云,	陈沁野
10	全国二等奖	覃李兵,温沛霖,王俊宜	袁俭
11	全国二等奖	蒋春松,韩海燕,王凯	蒲伟
12	全国二等奖	曲祖坤,申宁,胡小科	蒲伟
13	全国二等奖	唐艳,李小燕,赵琼瑶	蒲伟
14	全国二等奖	陈会翠,乔文,周远来	王璐
15	全国二等奖	干锋,严心涛,胡桐	王璐
16	全国二等奖	陈智宇,王明均,曾德兵	王璐
17	全国三等奖	崔允贺,陈鹏飞,崔艳新	王健鹏
18	全国三等奖	乔邯,胡路,金晓彬	薛长虹
19	全国三等奖	赵婧,陈佳,熊聪	薛长虹
20	全国三等奖	孙正春,马御棠,韩雪松	袁俭
21	全国三等奖	孙鹏飞,陈珂宁,王旭峰	徐跃良
22	全国三等奖	许翔,赵攀,王崇鉴	徐跃良
23	全国三等奖	宋勇,李金峰,朱斌	蒲伟
24	全国三等奖	李小鹏,彭飞,黄茨	王璐
25	全国三等奖	邱海,白力,刘东南	王健鹏
26	全国三等奖	周飞虎,危辉平,刘驰	薛长虹
27	全国三等奖	刘灵芝,龚云隆,胡建虎	王健鹏
28	全国三等奖	薛琳平,李阳,蔡小祥	袁俭
29	全国三等奖	俞柯,赵庆贺,黄浩	徐跃良
30	全国三等奖	张钧波,谷佳丽,李果	徐跃良
31	全国三等奖	宋烨,王平,朱勇	王健鹏
32	全国三等奖		

## 2006 全国大学生高教杯数学建模竞赛

序号	获奖等级	学生	指导教师
1	全国一等奖	李 杰 施丽丽 胡 俊	何 平
2	全国二等奖	温坤华 韩志军 黄敏红	叶建军
3	全国二等奖	申 宇 刘加利 覃小春	薛长虹
4	全国二等奖	高 辉 宋 平 蔡学林	薛长虹
5	全国二等奖	王 艺 罗成对 张建昆	薛长虹
6	全国二等奖	马雅男 项水英 张慧明	王 璐
7	四川省一等奖	刘 平 丛友记 徐 硕	赵联文
8	四川省一等奖	彭 艳 张雄杰 吕 敏	叶建军
9	四川省一等奖	王 静 刘 静 樊后军	何 平
10	四川省一等奖	晏 阳 杨 燕 王 璟	徐跃良
11	四川省一等奖	叶音程 徐容刚 姚建波	徐跃良
12	四川省一等奖	李 莹 杨 赫 谭太秋	于 凯
13	四川省一等奖	麦 洋 谭 谨 韩 坤	赵联文
14	四川省二等奖	薛晓利 何 乐 邵长福	杨 晗
15	四川省二等奖	于 浩 马 勇 陈清爽	王 璐
16	四川省二等奖	王 冶 殷耀坤 石建力	于 凯
17	四川省二等奖	肖赵栋 卢 超 周 鸿	王 璐
18	四川省三等奖	胡春生 文中章 何晓舫	杨 晗
19	四川省三等奖	李妙用 黄 金 肖 曦	徐跃良
20	四川省三等奖	李俊岭 郑上尧 何礼冬	蒲 伟

## 2005年全国大学生高教杯数学建模竞赛

序号	获奖等级	学生	指导教师
1	全国二等奖	陈崇双 刘存青 胡雪伟	杨 晗
2	全国二等奖	杨端午 邬鸣笛 王春鹏	何 平
3	全国二等奖	吴培栋 李宗杰 王青元	王 璐
4	四川省一等奖	张 波 康晓莉 吴治德	何 平
5	四川省一等奖	张利凤 黄宇涵 樊鹏英	薛长虹
6	四川省一等奖	周登波 温坤华 杨国标	叶建军
7	四川省一等奖	钟科桢 肖鸿威 王选钢	薛长虹
8	四川省一等奖	武晓毅 何增辉 姚 懿	王 璐
9	四川省一等奖	王娟娟 李 霞 杨 韬	袁 俭
10	四川省二等奖	于贺威 李发智 张鸿春	薛长虹
11	四川省二等奖	陈清爽 李 想 苏渊	叶建军
12	四川省二等奖	马果垒 王恒佩 赵武英	杨 晗
13	四川省二等奖	胡 俊 汤 义 李 芳	杨 晗
14	四川省二等奖	王 雷 邱 峻 叶 佳	蒲 伟
15	四川省二等奖	郦 彦 杨 倥 廖中文	蒲 伟
16	四川省三等奖	晏 阳 赵万平 于 浩	徐跃良
17	四川省三等奖	游家训 栾春旭 何常红	赵联文
18	四川省三等奖	王柄达 李 华 周宇明	何 平
19	四川省三等奖	刘加利 申 宇 张栋科	王 璐
20	四川省三等奖	陈月梨 方 萍 高晓玲	袁 俭
21	四川省三等奖	施丽丽 景 丽 覃小春	袁 俭

## 关于批准 08 年国家大学生创新性实验计划项目的通知

新闻类型:新闻/公告-实践 发布时间:2008-11-12 16:55:27.45 浏览次数:430

根据《教育部、财政部关于批准第一批大学生创新性实验计划项目的通知》（教高函〔2007〕15号）和教育部《大学生创新性实验计划项目学校2008年度项目任务书》的精神，我校于2008年10月6日至11月12日组织了国家大学生创新性实验计划项目的申报和评审工作。经过学生项目自荐，院（系）初评推荐、学校专家评审，现拟确定“铁路运营隧道渗漏水病害等级评定模型建立研究”等30个项目为2008年“国家大学生创新性实验计划”西南交通大学子项目予以立项，现予以公示（见附件1，排名不分先后）。

请项目小组以公示项目清单为准，参考《国家大学生创新性实验计划指南》认真规划项目计划、项目经费，重新填写《项目申请书》、《大学生创新性实验计划项目统计表》，并于11月20日下午5:00前将纸质材料交至教务处X1209室，并发送电子稿（以清单中项目编号命名）[xuling@swjtu.cn](mailto:xuling@swjtu.cn)，逾期不发者视为自动放弃。

联系人：徐老师 电话：66366254

项目编号	所属院系	项目名称	指导教师
81061301	材料科学与工程学院	碳纳米管与有机大分子复合材料的研制及应用	江奇
81061302	材料科学与工程学院	磁性改性氧化锌晶须型吸波材料的性能研究	周祚万
81061303	材料科学与工程学院	氧化钛-碳可见光光催化性能研究	朱德贵
81061304	电气工程学院	电网电压失真度测量仪的实现	贺建闽
81061305	电气工程学院	远程炸药爆破系统中嵌入式控制单元的研究	童晓阳
81061306	电气工程学院	磁浮小车悬浮控制实现	张昆仑
81061307	电气工程学院	基于SOPC的数字电压表设计	张怡
81061308	电气工程学院	电梯群控智能优化调度系统的	冯晓云
81061309	电气工程学院	新型野外应急通讯和照明电源的研制	郭育华
81061310	环境科学与工程学院	铁路运营隧道渗漏水病害等级评定模型建立研究	黄涛
81061311	环境科学与工程学院	流域事故污染源搜索管理系统的开发	刘颖
81061312	环境科学与工程学院	藻类对有毒重金属的生物可利用性研究	龚正君
81061313	机械工程学院	车辆冲击试验速度检测装置	倪文波
81061314	建筑	成都旧城改造中节能环保建筑的应用现状及开发前景	林青
81061315	建筑	成都市抗震应急避难体系	毕凌岚

81061316	建筑	纸管建筑的建造——震后临时建筑的生态可持续性设计研究	邓敬
81061317	理学院	色散对光纤中啁啾光脉冲传播特性的影响	周小红
81061318	生物工程学院	土壤中嗜重金属微生物的筛选	郭泰林
81061319	生物工程学院	基于谷氨酸发酵的生物反应器设计和模拟放大	张志斌
81061320	生物工程学院	甾体生物碱衍生物的制备	周先礼
81061321	数学系	搜索引擎性能评价建模及其应用	王璐
81061322	土木工程学院	网络化移动勘测办公系统	张献州
81061323	土木工程学院	震后桥梁检测评估	杨永清
81061324	物流学院	工作流引擎管理下柔性物流业务过程示例的设计研究	邱小平
81061325	信息科学与技术学院	光纤传感在铁路上的基础应用与研究	闫连山
81061326	信息科学与技术学院	基于 DSP 的运动目标检测与跟踪的算法实现	张翠芳
81061327	信息科学与技术学院	嵌入式列车安全防护系统	杨斌
81061328	信息科学与技术学院	汽车行驶安全系统	徐安明
81061329	信息科学与技术学院	大学生创新教育管理平台	冯军焕
81061330	应用力学与工程系	薄壁结构点焊组装的回弹变形与分析控制	柳葆生

<http://www.swjtu.edu.cn/news/200811/20081111114655412951226375215685.htm>

### 西南交通大学 2008-2009 学年（第四期）个性化实验室实验项目报名通知

时间： 2008-11-11 来源： 实验室及设备管理处

全校各专业本科生：

培养学生的创新能力和工程实践能力是本科教育的重点内容之一，为切实提高我校本科学生的实验动手能力，满足学生对不同程度、不同专业的实验需求，2008-2009 学年（第四期）个性化实验项目的报名工作已开始。经过我校“323 实验室工程”的建设，绝大多数专业的实验中心（室）都设立了个性化实验室并开设了相应的个性化实验项目。个性化实验项目主要来源于教师拟定的研究创新型实验项目、科研成果经教师转化的研究创新型实验项目以及教师与学生共同研发设备和改造设备的项目。个性化实验属于研究探索型实验项目，主要面向我校优秀本科生和具有个

人兴趣爱好的学生。

每位报名参加个性化实验的同学限选《个性化实验室实验项目指南》中的一个项目或自拟一个题目。每个项目最多接收 10 名同学参加。备选项目详细内容见附件中的《个性化实验室实验项目指南》，同学们可自行下载。（该指南已装订成册，并将发放到各个班级的信箱里，请各班班长注意查收，并组织同学传阅）。

请有兴趣的同学尽快与各实验室及项目指导教师联系报名。报名时请携带《学生进入个性化实验室申请表》。

报名截止时间：2008 年 12 月 10 日。

附：1、《个性化实验室实验项目指南（第四期）》

2、《学生进入个性化实验室申请表（选做题目）》

3、《学生进入个性化实验室申请表（自拟题目）》

注：选做指南中的实验项目的同学请下载并填写附件 2，自拟题目的同学请下载并填写附件 3。

数学实验室 .....	105
14.1 利用MAPLE进行动画设计 .....	105
14.2 MATLAB 的交互图形绘制平台 .....	106

<http://dean.swjtu.edu.cn/servlet/ViewNews?NewsID=2162>

## 西南交通大学（SRTP）三期项目立项清单

---

新闻类型:新闻/公告-实践 发布时间:2008-05-04 11:56:00.513 浏览次数:2818



4月25日教务处组织专家对各院（系）提交的西南交通大学大学生科研训练计划（SRTP）三期项目立项申请书进行认真细致的评审，确定以下项目予以立项。请获准立项的项目组同学到所在院（系）领取《项目科研日志》，并与指导老师联系，进入项目实施阶段。同时有部分项目网上申请书存在格式问题，同时需要整改，以确定是否立项。请登陆网站确认是否通过审查。如有问题请与教务处卫老师联系：87600254。为了便于同学交流，获取最新通知，特建立QQ群：61342826，欢迎大家加入。

项目实施过程中文档打印、复印，学校指定以下地点进行，请同学们注意开据发票。

九里校区：协力印刷厂（九里校区邮局左边）

犀浦校区：兰天印务（犀浦校区北区商业街A2区28号）

<http://dean.swjtu.edu.cn/servlet/ViewNews?NewsID=1726>

## 西南交通大学大学生科研训练计划（SRTP）二期项目立项清单

---

新闻类型:新闻/公告-竞赛 发布时间:2007-04-30 19:34:19.89 浏览次数:4463

教务处组织专家对各院（系）提交的西南交通大学大学生科研训练计划（SRTP）二期项目立项申请书进行认真细致的评审，确定以下项目予以立项。请参加项目的同学与指导老师联系，进入项目实施阶段。同时有部分项目申请书需要整改，请申报人与所在院（系）联系，修改后由院（系）统一报送教务处，以确定是否立项。

## 学生实验项目示例：防洪物资调运问题

我国地域辽阔，气候多变，各种自然灾害频频发生，特别是每年在长江、淮河、嫩江等流域经常爆发不同程度的洪涝灾害，给国家和人民财产带来重大损失，防洪抗涝成为各级政府的一项重要工作。某地区为做好今年的防洪抗涝工作，根据气象预报及历史经验，决定提前做好某种防洪抗涝物资的储备。

已知该地区有生产该物资的企业三家，大小物资仓库八个，国家级储备库两个，各库库存及需求情况见附件 1，其分布情况见附件 2。经核算该物资的运输成本为高等级公路 2 元/公里·百件，普通公路 1.2 元/公里·百件，假设各企业、物资仓库及国家级储备库之间的物资可以通过公路运输互相调运。

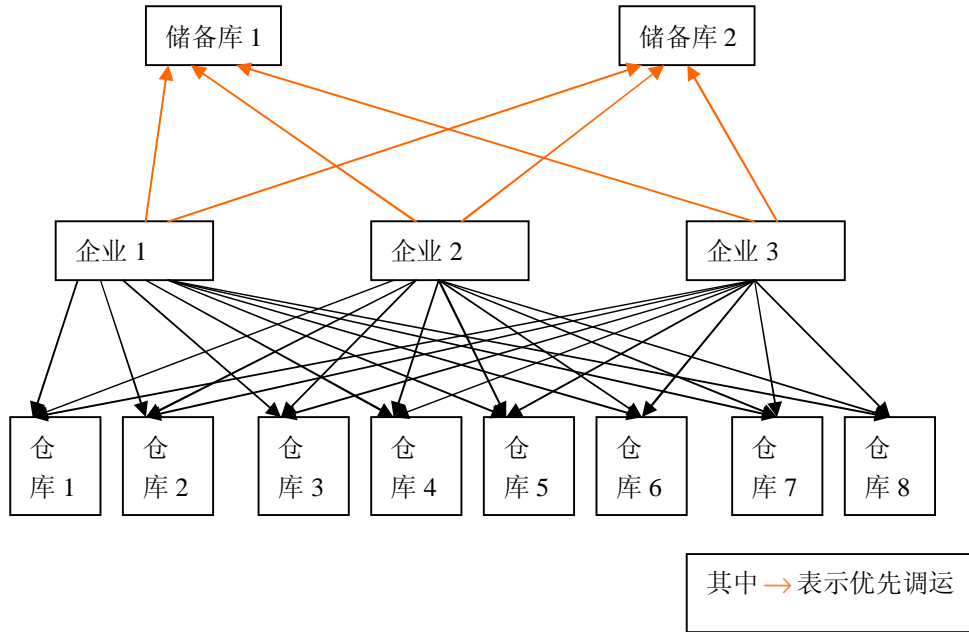
附件 1 给出了各库库存及需求情况，附件 2 给出了生产企业、物资仓库及国家级储备库的分布图。

(1) 请根据附件 2 提供的信息建立该地区公路交通网的数学模型。

(2) 设计该物资合理的调运方案，包括调运量及调运线路，在重点保证国家级储备库的情况下，为给该地区有关部门做出科学决策提供依据。

### 问题分析

本题是一个调运优化问题，在优先保证两个储备库的库存的情况下，再对其它 8 个仓库进行调运并满足其库存，目的使总运费最少。



## 1) 问题的理解

(1) 题中所给的“重点保证”本文理解为在时间上优先，就是先将这两个储备库装到预定数量，然后再开始将物资调动至其它仓库。

(2) 为了提前做好防洪抗涝物资的储备，进行调运时应参照各库的预测值，可是对于被调运的物资来说，应该是在仓库储存能力下越多越好，因此本文认为调运后各库库存范围应为预测值和最大库存之间。

## 2) 问题的分析

对本题来说，最优的调运方案包括调运量最优分配方案及最优调运线路的选择。我们主要要解决的是在调运总费用最少的前提下，找出各库库存的限制和企业产量之间的均衡点。按照以上思路，要建立各个约束条件，找到众多变量之间的数量关系，建立模型求解，从而使总运费最小。在上述模型建立基础上，对于一些突发事件对模型进行适当改进，进行类似的分析。

## 模型假设

1. 调运只发生在企业到仓库及储备库,不存在仓库与仓库、仓库与储备库,储备库与储备库之间的调运。
2. 各企业将物资调运到仓库的路程时间忽略不计。

- 3.各企业将生产的物资全部用于调往各仓库和储备库。
- 4.企业每天物资调运量都相等。
- 5.在调运物资时优先分配给国家级储备库，剩下的物资按各仓库的需求量进行比例分配。

## 模型建立及求解

### 1) 问题一的模型建立及求解

#### (1) 数据预处理:

先根据题中所给的网络图，采用邻接表表示法来将有用数据表示出来。邻接表表示法就是对图的每个节点，用一个单向链表列出从该节点出发的所有弧，链表中每个单元对应与一条出弧。为了记录弧上的权，链表中每个单元除列出弧的另一个端点外，还可以包含弧上的权等作为数据域。图的整个邻接表可以用一个指针数组表示。具体结果见附件一。

#### (2) 最短路问题模型建立

本文主要用 Floyd 算法求最短路问题。

##### 01) 模型准备

由题意可得，该物资的运输成本为高等级公路 2 元/公里·百件，普通公路 1.2 元/公里·百件，则设运送该货物时通过某一长为  $m_{ij}$  的路段时每百件的费用为：

$$N_{ij} = \begin{cases} 2m_{ij} & \text{当该路段为高等级公路时} \\ 1.2m_{ij} & \text{当该路段为普通公路时} \end{cases}$$

##### 02) 建立 Floyd 算法模型:

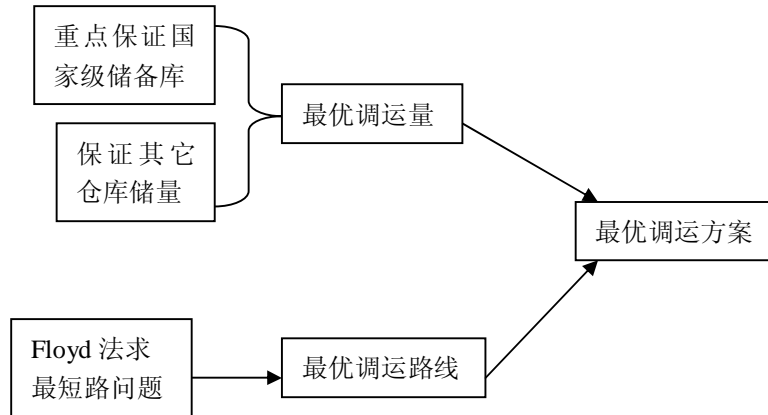
Floyd 算法模型如下所示:

$$\begin{cases} u_{ii}^{(1)} = 0 \\ u_{ij}^{(1)} = w_{ij}, & i \neq j, \\ u_{ij}^{(k+1)} = \min\{u_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)} + u_{kj}^{(k)}\}, & i, j, k = 1, 2, \dots, n. \end{cases}$$

其中  $n$  是网络中的节点数 (节点编号为  $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ );  $w_{ij}$  是给定的网络上相邻节点  $i, j$  之间的直接距离 ( $i, j$  不相邻时取  $w_{ij}$  充分大就可以了);  $u_{ij}^{(k)}$  可以看成是任意两个节点  $i, j$  之间距离的中间迭代值 (或称为临时称号), 即从节点  $i$  到  $j$  但不允许经过其他节点  $k, k+1, \dots, n$  的最短距离;  $u_{ij}^{(n+1)}$  是  $i, j$  之间的最短距离 (或称永久标号), 即  $d_{ij}^1$ 。

## 2) 问题二的模型建立及求解

现已知各路线的运费以及各仓库和储备库的现储存量、预测量、最大最小储存量，需考虑最优调运量及调运线路，使得调运费最小。



### (1) 各企业向各仓库及储备库的调运量的计算

#### 1. 模型建立:

设总运费为  $M$ ，则:

$$M = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{10} x_{ij} N_{ij}$$

由于题目中所给的预测值是根据以往的数据得出的需求量。也就是说，我们可以假定该预测值是科学的可靠的。得即使如此，如果洪涝灾害一旦发生，谁也不能保证出现很大的异常。从这个角度考虑，物资量是越多越好。基于以上分析，我认为实际取值满足 预测值 $\leq$ 实际值 $\leq$ 最大值 即可，因此有如下约束条件:

$$b_j \leq a_j + \sum_{i=1}^3 x_{ij} \leq c_j$$

同理，对于总的调运量而言，由三个企业总共调运出的物资数也应该介于各仓库及储备库的预测总值及最大总值之间，即大于等于 2680，小于等于 5680，建立约束条件如下:

$$2680 \leq \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{10} x_{ij} \leq 5680$$

而对于企业来说，该企业的物资存储量应该大于 0 小于其最大储存量。即有以下约束条件:

$$0 < d_i + e_i t - \sum_{j=1}^{10} x_{ij} \leq f_i$$

综上所述，可建立模型如下：

$$\min M = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{10} x_{ij} N_{ij}$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} b_j \leq a_j + \sum_{i=1}^3 x_{ij} \leq c_j \\ 2680 \leq \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{10} x_{ij} \leq 5680 \\ 0 < d_i + e_i t - \sum_{j=1}^{10} x_{ij} \leq f_i \end{cases}$$

## II. 模型求解：

经过 lingo 编程（见附件三）可以得到各企业分配到各仓库的调运量为：

表 4-3 各企业分配到各仓库的调运量

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$B_9$	$B_{10}$
$A_1$	0	330	0	0	0	0	0	0	990	0
$A_2$	300	0	0	0	0	0	110	0	10	0
$A_3$	0	0	0	120	0	20	0	100	0	700

经过 lingo 编程可以得到最少运费为：

$$M_{\min} = 316476 \text{ (元)}$$

三个企业生产物资的天数为：

$$t = 22 \text{ (天)}$$

### (2) 各企业向各仓库及储备库的调运路线的计算

本文运用 floyd 算法求出企业仓库和储备库间运输费用最少的路线：

假设图  $G$  权的邻接矩阵为  $D_0$ ，

$$D_0 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{L} & a_{2n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{L} & \mathbf{M} \\ a_{n1} & a_{n2} & \mathbf{L} & a_{nn} \end{bmatrix}$$

来存放各边长度，其中：

$$a_{ii} = 0 \quad i = 1, 2, \dots, n;$$

$a_{ij} = \infty$   $i, j$  之间没有边，在程序中以各边都不可能达到的充分大的数代替；

$a_{ij} = w_{ij}$   $w_{ij}$  是  $i, j$  之间边的长度， $i, j = 1, 2, \dots, n$ 。

对于无向图， $D_0$  是对称矩阵， $a_{ij} = a_{ji}$ 。

Floyd 算法的基本思想是：递推产生一个矩阵序列  $D_0, D_1, \dots, D_k, \dots, D_n$ ，其中  $D_k(i, j)$

表示从顶点  $v_i$  到顶点  $v_j$  的路径上所经过的顶点序号不大于  $k$  的最短路径长度。

计算时用迭代公式：

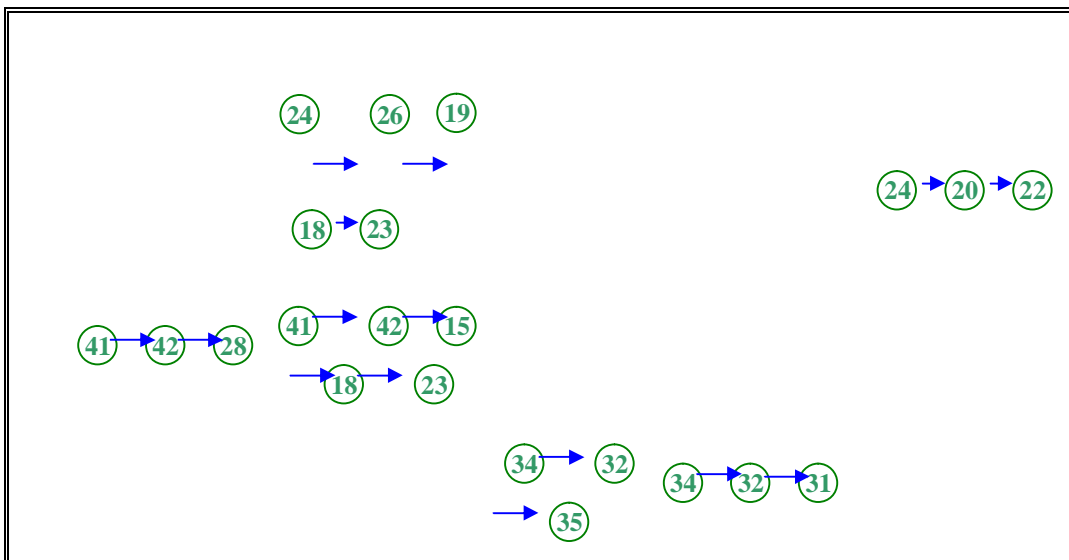
$$D_k(i, j) = \min(D_{k-1}(i, j), D_{k-1}(i, k) + D_{k-1}(k, j))$$

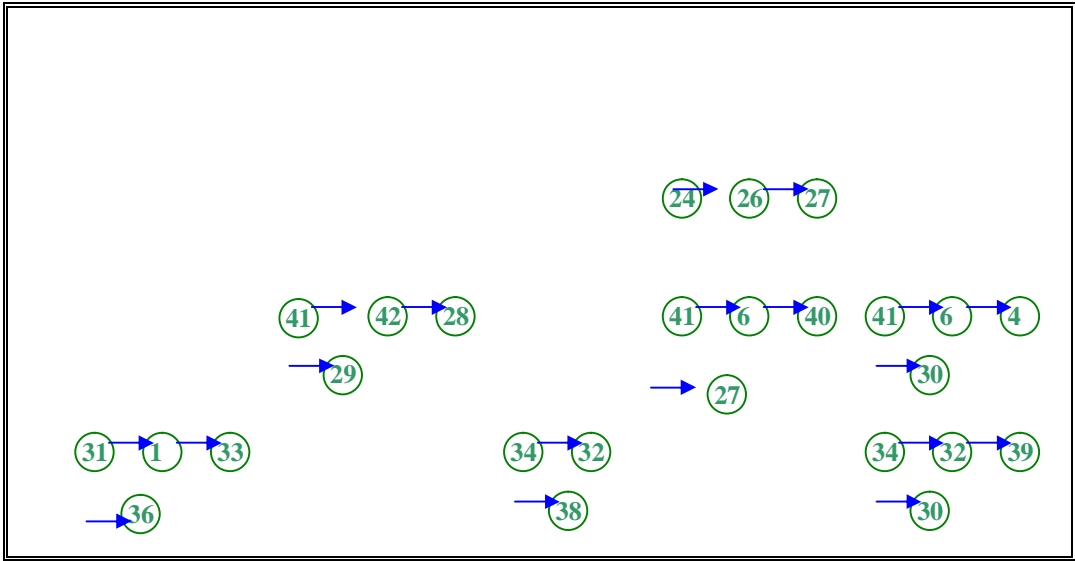
$k$  是迭代次数， $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ 。

最后，当  $k = n$  时， $D_n$  即是各顶点之间的最短通路值。

由于各企业向各仓库及储备库的调运量的计算结果中，有些项为 0，因此就不用考虑该企业向仓库的运输路线。经过筛选，运用 Matlab 程序(见附件二)计算可以得出，三家企业到各个仓库之间的运输费用最少的路线为：

表 4-4 三家企业到各个仓库之间的运输费用最少的路线





具体的调运路径如下图所示：

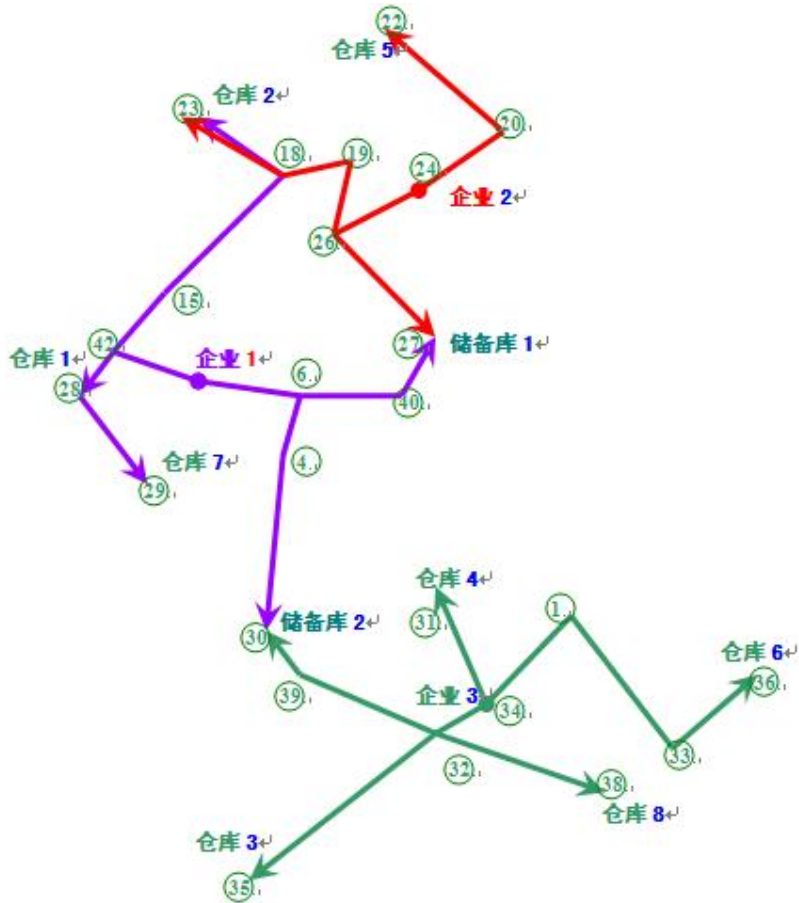


图 4-10 具体的调运路径图示





T I A N F U S H U X U E

★ 四川省数学会  
★ 四川大学数学学院

# 天府数学

全国大学生数学建模竞赛  
四川赛区优秀论文选

TIANFU  
MATHEMATICS

2008

第 8 期



9 771006 032067

ISSN 1006-0320



**主 编** 刘应明  
**副主编** 彭联刚 张 健 周小山  
 杜 斌 陈明华 彭元良  
**社 长** 刘应明  
**副社长** 熊华鑫 严成辉 王宝富  
**社务委员** 刘应明 熊华鑫 彭联刚  
 张 健 周小山 严成辉  
 王宝富 杜 斌 陈明华  
 彭元良 唐贤江 白苏华

**编辑部主任** 车中慧  
**发行部主任** 罗在和

**本期责任编辑** 王宝富 彭元良 吴 丹

**主办单位** 四川省数学会  
 四川大学数学学院  
**主管单位** 四川省科学技术协会  
**编辑出版** 《天府数学》编辑部  
**刊 号** ISSN 1006-0324  
 CN 51-1428/O  
**印 刷** 成都市锦慧彩印有限公司  
**发行范围** 国内外公开发行  
**出版时间** 2009年4月18日  
**订 购** 《天府数学》发行部  
**地 址** 成都市望江路四川大学数学学院  
**电 话** (028) 85412038 81946918(编辑部)  
 85470677 81768003(发行部)  
**邮 编** 610064  
**定 价** 18.00元  
**天府数学邮箱** tfsdxs@163.com

**目次**

**全国大学生数学建模竞赛概况**

第四届四川赛区组委会成员名单 ..... (1)  
 2007“高教社杯”全国大学生数学建模竞赛题目 ..... (2)  
 四川赛区获奖名单 ..... (4)

**中国人口增长预测**

中国人口区域结构向量模型 ..... 杨 慧 陈 昆 袁 磊 (9)  
 中国人口增长分析预测 ..... 罗 文 于伟洋 黄健芳 (29)  
 中国人口增长预测 ..... 陈阿宁 孙鹏飞 于 磊 (35)  
 中国人口增长预测 ..... 方文晓 李秋玲 刘玉婷 (42)  
 预测中国人口增长的数学模型 ..... 张春斌 冯晨光 姚 林 (69)  
 中国人口增长趋势预测模型 ..... 赵元宝 陈元石 陈 赫 (73)  
 具有地域结构的人口预测模型 ..... 吴仕卿 谢云松 官 剑 (75)  
 中国人口增长的预测 ..... 曹 林 林 慧 袁斌斌 (78)  
 中国人口增长预测模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (86)  
 中国人口增长预测 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (86)  
 基于改进型BP神经网络的人口增长预测模型应用 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 中国人口增长预测 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 中国人口增长预测 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 中国人口增长预测 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 中国人口增长预测 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)

**基于改进型BP神经网络的人口增长预测模型应用**

基于改进型BP神经网络的人口增长预测模型应用 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)  
 公交线路选择优化模型 ..... 曹 林 孙 慧 董 月 (92)

**手机“赛艇”优惠几何**

手机“赛艇”的优化模型 ..... 杨 好 邱 杰 李应根 (63)  
**保龄球试射问题**

保龄球试射时间问题 ..... 罗昌凤 喻红兵 官 剑 (66)

## 中国人口增长预测

●西南交通大学(611756) 方文盛 李秋玲 刘玉婷

**摘 要** 本文从定性和定量的角度研究了中国人口的发展变化情况,确定了人口变化的主要影响因素,并对人口发展的中短期与长期变化趋势进行预测。

首先根据了口法则和经验判断,剔除和修订了部分人口调查数据,并对此进行了基本人口发展规律趋势分析。研究结果表明,整个社会人口老龄化、出生性别比和城镇化水平呈上升趋势,而死亡率和妇女生育率短期变化不明显,但对于长期而言,却有缓慢下降趋势,这说明应该分别考虑人口增长的中短期和长期模型更为恰当。

由于中短期要较精确地预测出入口变化趋势,故本文从人口内在发展机理和人口统计数据规律两个角度分别建立了动态差分模型和多因素回归模型。在差分模型中,将年龄划分为老、中、少三阶段,并通过不同阶段间人口数量随生育率、死亡率及状态转移的变化特点,引入动态参数矩阵来刻画这种分阶段的人口变化规律;而对于多因素回归模型而言,根据原始数据的趋势规律,构建了中国人均发展及出生人口性别比、老龄化及城镇化的宏观模型。模型不仅描述了人口中短期趋势,同时也揭示了这些因素和人口发展间的内在关系。最后,两类模型预测结果一致。

长期预测中考虑到妇女生育的周期和人类生老病死的特点,在建立的回归模型中选取了对长期影响显著的出生率、死亡率和性别比这三个指标来联合反映人口增长率变化趋势。结果显示,人口在2035年左右达到峰值14.4亿后缓慢减少。最后,引入人工神经网络BP模型对我国人口发展模型进行系统仿真,仿真结果与长期模型计算结果一致,进一步验证了方法的有效性。

本模型结合MATLAB、EXCEL和SPSS等软件,使用了GM(1,1)预测、最小二乘和BP神经网络等算法。本模型的特点是结合人口发展规律和我国国情,多角度研究了人口变化趋势,预测结果和目前同类研究成果相同。并且本模型不仅预测了人口发展趋势,还分析了性别比、生育率等指标对人口的影响效果,如灵敏度分析说明出生性别比对人口长期影响大于中短期,这样就揭示了我国更为深刻的人口发展规律,为政府部门调整相关人口宏观政策提供了有力的依据。

**关键词** 出生性别比 城镇化比率 老龄化比率 回归分析 灰色预测 神经网络

### 问题重述

(略)

### 基本假设

1. 附录2中的人口调查数据不是严格意义的1%人口抽样数据,它不能反映当年的人口数量,只能用于调查人口的计算;
2. 假设人口抽样随机进行,抽样结果完全有效,能够客观反映男女人口比率,城镇乡人口比率,老龄化速度,出生率及死亡率的实际情况;
3. 不考虑生存空间等自然资源的制约;
4. 不考虑意外灾难等因素对人口变化的影响;
5. 不考虑国际人口的迁移变化;

6. 不考虑预测区间内国家宏观政策的变化。

### 符号说明

- $p_i$ : 男性年龄为*i*岁的人口占*i*地区的人口比率,  $i = 1, 2, 3$  分别代表市、镇、乡;
- $p'_i$ : 女性年龄为*i*岁的人口占*i*地区的人口比率;
- $M_i$ : 调查数据中第*i*年的总人口数,  $i = 1, \dots, 5$  分别代表2001, ..., 2005年;
- $N_i$ : *i*地区的调查人口数,  $i = 1, 2, 3$  分别代表市、镇、乡;
- $n_i$ : 第*i*年*i*地区的抽样人口数;
- $k_i$ : 第*i*年的第*i*地区人口数与该年调查人口数之比;

## 中国人口增长预测

●西南交通大学(611756) 陈国宁 孙鹏飞 于 航

**摘 要** 本文对未来中国的人口数量、人口老龄化、出生人口性别比等问题进行了分析和预测,给出了上述指标的中短期预测值,和中国人口的长期发展趋势。

人口的变动与死亡、生育、及人口的迁移有关。本文建立的差分方程模型综合了死亡率、生育率、城镇化迁移对人口的影响。本文利用已有5年的数据,拟合出这5年中每年的死亡率、生育率、城镇化率随年龄变化的函数,并得到各函数对应的参数,以得到的这5年的参数值作为原始数据,采用移动平均法和灰色系统预测出未来若干年的对应参数,从而求得未来若干年所对应的函数,其中的参数根据年份的不同而变化。

本文用差分方程模型,用已知年份的数据为初始值,采用迭代算法推算出未来年份每类人群各个年龄的人数。此模型的主要思想是:某年份某类人群的某个年龄的人数是以前一年比该年龄小一岁的该类人群人数为基础,综合考虑了死亡、迁移等因素的影响。

利用C++编程计算,求得了未来中短期成长期的中国人口情况。到2030年,全国总人口数将上升为约14.5亿,之后出现小幅下降,2038年因第二次生育高峰略有回升,之后继续平稳下降。人口城镇化水平也将提高。从中短期预测来看,城市和城镇人口都将逐年提高,乡村人口将逐年减少;从长期来看,城市人口的增长趋势没有改变,但每年的增长幅度将趋于平缓。

本文用逆城市化来解释2025年后城镇人口波动下降,乡村人口波动上升的现象。男女比例失衡的现象在2020年的青年群体中体现的较为明显,从长期预测来看,男女比例将在2030年后趋于稳定。我国已经是老龄化国家,老龄化趋势将更加明显,至2040年,老龄人口占总人口数的比例将从目前的9%增至20%。

本文综合利用了灰色模型、移动平均法、曲线拟合、函数迭代等方法处理问题,能定量预测和分析未来每一年中每类人群各个年龄的人口数量、性别比、老龄化人口等指标,在短期能得到较精确的数据,并能较准确地对长期趋势进行预测。

## 一、问题重述(略)

## 二、问题分析

人口预测主要是预计未来某一时刻的人口总数、性别、年龄构成,或者某一时期内的出生人数、死亡人数、迁移人数,以及由此派生的其他指标<sup>[1]</sup>。因此要对未来的人口进行预测,就先要分析清楚各种影响因素的变化规律,然后才能依据各种因素对人口的影响情况,由某一年的人口数据得到下一年的人口数据。

根据题目信息,发现影响人口预测的因素主要有:人群类别、死亡率、生育率、人口城镇化。由附录2中的数据进行分析以上4种因素的变化规律。

首先,因为不同人群的死亡率、生育率等因素有较大差别,因此在分析其他因素的时候,须按人群类别(城市男、城市女、镇男、镇女、乡男、乡女)

分别进行分析。

根据这5年所给数据的观察,死亡率会随着年龄的增加而增加,而随着年份的增加死亡率会有所下降,不同年份死亡率曲线其性状相似,因此我们采用拟合方法计算出死亡率的变化规律。其中,我们也注意到0岁这个特殊群体,由医学统计知新生儿的死亡率不同于1岁后的人群,因此单独处理。生育率与死亡率相似,也是关于年份和年龄变化的,于是也采用拟合方法来找出规律。

人口城镇化带有较强的年龄特性,不同年龄段的人群迁入迁出的人数不同;在现在城镇化的大趋势下,人口城镇化水平将随着年份的增加而提高。

本文研究的人口预测问题已知数据仅为5年,所以不适合根据已知数据进行简单预测,而应该对每年各年龄进行迭代计算,预测出以后年份的各年龄的所有数据。此迭代模型的建立需要上述死亡率函数、出

## 乘公交 看奥运

●西南交通大学(611756) 张书瑞 裴星星 黄如君

**摘 要** 为建立公交线路选择问题的自主查询计算机系统,从实际情况出发考虑,本文建立了满足查询者的各种不同需求的线路选择模型与算法.

本文从费用、时间及换乘次数出发,先单独再综合的对三个因素进行了详细讨论.在建模中将费用和换乘次数视为有向图边的邻接矩阵权,使问题转化为图论的最短路问题,建立了一个0-1线性规划模型,用Dijkstra算法对模型求解.

在引入地铁后的模型,采用Floyd最短路算法和Dijkstra算法再结合仿真算法用C语言编程求解,得到最优线路.

在同时考虑所有站点之间的步行时间的情况下,本文从费用最少、总时间最少和步行时间最少进行讨论.在建模中,把步行看作一种特殊的不花费用的交通方式,并结合图论知识建立了3个目标的多目标0-1规划模型,最后,对本文提出了推广和改进的方案.

**关键词** 0-1规划 Dijkstra算法 Floyd算法 仿真算法 多目标规划 有向赋权图

### 一、问题提出(略)

### 二、模型假设(略)

### 三、符号说明与概念引入

#### (一)概念引入

(1)直达——若*i*能直接坐一趟车到达*j*点则称*i*,*j*直达,否则不直达(注:此处*i*,*j*与*j*,*i*直达不相同).

(2)站点编号——为了方便论文的叙述,我们对公交线路和地铁站点进行重新编号. S0001-----站点 1,……,S3957-----站点 3957, D1-----站点 3958, D2-----站点 3959,……, D39-----站点 3996

(3)线路编号——为了方便论文的叙述和计算的方便,我们对公交线路和地铁线路进行重新编号. L001-----线路 1,……, L520 下行-----线路 929, T1-----线路 930, T2-----线路 931

#### (二)符号说明

$x_{ij}$ ——表示是否通过站点*i*(直达站点*j*)线路(0-1变量)

$w_{ij}$ ——表示从站点*i*直达站点*j*的费用(若不能直达,则记 $w_{ij}$ 为无穷大)

$t_{ij}$ ——表示从站点*i*直达站点*j*的时间(若不能直达,则记 $t_{ij}$ 为无穷大)

$y_{ij}$ ——表示从站点*i*直达站点*j*所选择的线路(若不能直达,则记 $y_{ij}$ 为0)

$r_1$ ——表示起始站

$r_2$ ——表示终到站

### 四、问题分析

#### (一)问题背景的理解(略)

#### (二)问题一的分析

问题一要求仅考虑公交线路,给出任意两公交站之间的线路选择.我们通过对象客线路选择心理问卷调查讨论,发现影响选择的因素共有三个:时间、费用和换乘次数.为了方便我们对三个因素的全面讨论,我们首先分别对各个因素建模进行细致的讨论,然后对三个因素建立三目标的优化模型进行讨论.在建模过程中,我们以3957个公交站为顶点,分别用 $w_{ij}$ ,  $t_{ij}$ 为边*i*到*j*的赋权值,构成了3957个顶点的有向赋权图,也就将题目转化成了一个图论问题<sup>[1]</sup>.我们要找的最佳乘车线路,即是找到顶点 $r_1$ 到顶点 $r_2$ 的最短路径.

#### (三)问题二的分析

此题加入了对地铁线路的讨论,使的乘坐工具的选择更加多样化和更加接近实际.对此问我们以2996个

## 高等数学作业系统简介

“高等数学作业系统”依托于我校独立开发的基于互联网的智能型、开放式的远程作业与考试系统工具平台,开发基于网络考试技术下的高等数学作业批改系统,探索和实践高等数学作业批改手段的现代化。在该作业批改系统的开发中,硬的部分是开发高等数学作业系统平台,软的部分是实践:在学生中实际应用去观察和发现问题以作出及时的修改。

### 一、高等数学作业系统的功能

该系统能够实现作业答题、自动批阅和评讲总结,以及问题跟踪和统计分析等环节的全程微机化和网络化,题型包括选择题、填空题、计算题和证明题等,从而使网上作业的题型结构与传统作业方式基本等效。

### 二、题库内容的选取与编写

作业的编撰组合和精选根据数学教育的基础性和应用性等特点,首先应注重双基教学。选取的作业力求基础、科学、合理。其次,在掌握基本技能和基础知识的同时,还必须重视基本技能和基础知识运用,考虑一些有深度的综合练习。

(1) 作业设计遵守《教学大纲》原则和要求。

(2) 作业设计控制“梯度”。

数学作业是课堂教学的延伸和拓展。数学作业具有解题方法比较灵活,运算技巧性较强等特点,学生理解具有一定的难度。因此,题目太难,学生虽经努力,仍然找不到解题的思路和方法,久而久之将丧失信心,失去作业的目的。因此,课后作业应有一定的梯度。例如:运用极限的定义作证明时,将部分证明题转化为填空题,将证明的关键步骤留给同学思考,从而降低难度,而且也使学生明白了此方法的关键处,如下例:

例 求证  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(-1)^n}{n^2} = 0$

证  $\forall \epsilon > 0$ , 由于  $\left| \frac{(-1)^n}{n^2} - 0 \right| = \frac{1}{n^2} < \frac{1}{n}$ , 故只要  $\frac{1}{n} < \epsilon$ , 即  $n > \frac{1}{\epsilon}$ , 便

保证  $\left| \frac{(-1)^n}{n^2} - 0 \right| < \epsilon$ 。于是取  $N = \left[ \frac{1}{\epsilon} \right]$ , 当  $n > N$  时, 有

$$\left| \frac{(-1)^n}{n^2} - 0 \right| < e ,$$

$$\text{由定义知 } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(-1)^n}{n^2} = 0$$

在批改作业的过程中发现，大部分同学都能给出正确的结果，从而掌握证明方法。因此，对一些难度较大，要求较高的题目，适当增加“台阶”，降低“坡度”，使大部分学生“跳一跳，够得到”，能培养学生学习的兴趣和增强信心。

(3) 作业设计有“层次”。

对不同层次的学生设计不同的作业，不仅是实际教学的客观要求，也是调动学生学习积极性、增强竞争意识的有效方法。设计前首先要摸清了学生的知识水平和能力水平，然后按程度不同把学生分组，一般分为三组。设计作业时，不仅认真钻研了大纲和教材，而且要明确各个层次的要求和目的，在基本题型不变，基本要求得已保证的前提下，基础题、中等题和提高题在三个不同层次作业中按不同比例设计；也可就一个问题，据不同的学生设计不同的作业。比如在第一章针对于基本知识点：“单调有界原理”即出一部分填空题去引导学生做题，也有一部分题让学生自己独立思考。

(4) 在设计题目的正确答案时，考虑尽量多的解答方法，从而使学生不局限于唯一的求解方法。通过作业的评价，看到更多的解法，开拓学生的思路。

### 三、作业系统的实践

2008 年上半学年，在学校教务处的大力支持下（使用该系统平时作业成绩以 30% 记入学期最后成绩），我们开始了作业系统的试用：在这一学期，同时有三个重修班试用了该系统（本学期仍在继续使用），总的来说使用情况较好，学生积极性非常高。以下为部分学生使用情况：

作业系统

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 窗口(W) 帮助(H)

第一文库网 上一文库 下一文库 帮助文档

求极限  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$

已知  $x_1 = \frac{1}{2}$ ,  $x_{n+1} = \frac{1}{2}(1+x_n)$ . 证:  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 1$

解:  $x_{n+1} - 1 = \frac{1}{2}(x_n - 1)$ ,  $\frac{x_{n+1} - 1}{x_n - 1} = \frac{1}{2}$

所以可知  $\{x_n - 1\}$  是一个以  $x_1 - 1 = -\frac{1}{2}$  为首项, 公比为  $\frac{1}{2}$  的等比数列, 因此可以求得:

$$x_n - 1 = (-\frac{1}{2}) \cdot (\frac{1}{2})^{n-1} = -(\frac{1}{2})^n$$

所以有:  $x_n = 1 - \frac{1}{2^n}$

从而可以得到:  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \lim_{n \rightarrow \infty} (1 - \frac{1}{2^n}) = 1$

证毕.

百九十七数学归纳法证明:  $x_{n+1} > x_n$  ( $n \geq 1$ )

当  $n=1$  时, 由于  $x_2 = \frac{1}{2}(1+x_1) = \frac{3}{4} > x_1 = \frac{1}{2}$ , 所以  $n=1$  时不等式成立.

假设  $n=k$  时不等式成立, 即  $x_{k+1} > x_k$ .

作业系统

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 窗口(W) 帮助(H)

第一文库网 上一文库 下一文库 帮助文档

求极限  $\lim_{x \rightarrow \infty} \sin \frac{x}{x}$

解:  $\lim_{x \rightarrow \infty} \sin \frac{x}{x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{x}{x}}{\frac{x}{x}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{x}{x}}{1 - x^{-1}}$

原式:  $\lim_{x \rightarrow \infty} \sin \frac{x}{x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x}{x} = 1$

分析:  $\lim_{x \rightarrow \infty} \sin \frac{x}{x} = \frac{x}{x}$

作业系统

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 窗口(W) 帮助(H)

第一文库网 上一文库 下一文库 帮助文档

求极限  $\lim_{x \rightarrow \infty} (\frac{x+2}{x+1})^x$

解: 由题可知, 对于式子令:

$$M = (\frac{x+2}{x+1})^x = (1 + \frac{1}{x+1})^x = \frac{(1 + \frac{1}{x+1})^{x+1}}{1 + \frac{1}{x+1}}$$

所以可以得到:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} M = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(1 + \frac{1}{x+1})^{x+1}}{1 + \frac{1}{x+1}} = \frac{e}{1} = e$$

证: 原式:  $\lim_{x \rightarrow \infty} (\frac{x+2}{x+1})^x = \lim_{x \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{x+1})^x = \lim_{x \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{x+1})^{x+1} (1 + \frac{1}{x+1})^{-1} = e$

(分析)  $\lim_{x \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{x+1})^{x+1} = e$

通过作业系统的试用我们可看到系统具有以下优点(这是传统的作业方式所



无法达到的):

1. 学生可以通过快捷、方便地解答大量的选择题，从而熟练掌握基本的知识;
2. 通过题目的分析评价以及一题多解的设置，学生容易发现自己的错误，并开拓做题的思路;(如上图)
3. 通过系统的总结分析便于学生复习课程内容;
4. 教师能够通过系统的统计很快掌握学生的学习情况，以便调整教学内容和重点。如下图为一学生首次答题情况(当然也能看到该学生改正以后的情况)



通过学生的作业和积极反馈，也发现了我们在设计系统过程中未想到或未考虑周全的情况，这对我们修正系统也提供了巨大的帮助。

# 高等数学课程实验

## 实验 泰勒公式

### 一、 实验目的:

本实验利用 `Matlab` 计算函数  $f(x)$  的各阶泰勒多项式, 通过分步计算和比较达到理解、掌握泰勒公式的目的, 并通过绘制曲线图形, 来进一步掌握泰勒展开与函数逼近的思想, 理解泰勒公式中的拉格朗日余项  $o[(x-x_0)^n]$ 。

### 二、 预备知识:

**泰勒中值定理** : 若  $f(x)$  在包含  $x_0$  的某开区间  $(a,b)$  内具有直到  $n+1$  阶的导数, 则当  $x \in (a,b)$  时有  $f(x) = f(x_0) + f'(x_0)(x-x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2 + \mathbf{L}$

$+ \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_0)^n + R_n(x)$  ①

$$+ \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_0)^n + R_n(x) \quad \text{①}$$

$$\text{其中 } R_n(x) = \frac{f^{(n+1)}(x)}{(n+1)!}(x-x_0)^{n+1} \quad (\mathbf{x} \text{ 在 } x \text{ 与 } x_0 \text{ 之间}) \quad \text{②}$$

①称为  $f(x)$  的  $n$  阶泰勒公式, ②称为  $f(x)$  的  $n$  阶泰勒公式的拉格朗日余项。

### 三、 实验内容:

1、通过求出函数  $f(x) = \sin(x) + \cos(x)$  在  $x=5$  处的函数值及 1 至 5 阶导函数值, 找到函数关于  $x-5$  的 3 阶、5 阶 Taylor 多项式。

步骤 1: 输入函数  $\sin(x) + \cos(x)$  赋给 `f`;

步骤 2: 求出  $f(5)$  值赋给 `f0`;

步骤 3: 利用 `diff` 函数求出 1 至 5 阶导函数; (可利用循环完成)

步骤 4: 利用函数 `inline` 设步骤 3 所得函数为在线函数, 求出在  $x=5$  处的函数值及 1 至 5 阶导函数值, 赋给 `f1`, `f2`, `f3`, `f4`, `f5`。(可加入步骤 3 循环中)

2、利用 Taylor 公式直接求出函数关于  $x-5$  的 3 阶、5 阶 Taylor 多项式。

步骤 1: 利用前问中所得 `f0`、`f1`、`f2`、`f3`、`f4`、`f5` 求出 `f` 函数的泰勒多项式。

步骤 2: 利用 `Taylor` 函数直接得出 `f` 函数关于  $x-5$  的 3 阶、5 阶 Taylor 多项式。

步骤 3: 比较步骤 1、2 所得结果。

3、在同一坐标平面画出  $f(x) = \sin(x) + \cos(x)$  及其 3 阶、5 阶 Taylor 多项式的函

数图形。观察这些多项式函数图象对  $f(x) = \sin(x) + \cos(x)$  的图象逼近的情况。

步骤 1: 设置 hold on;

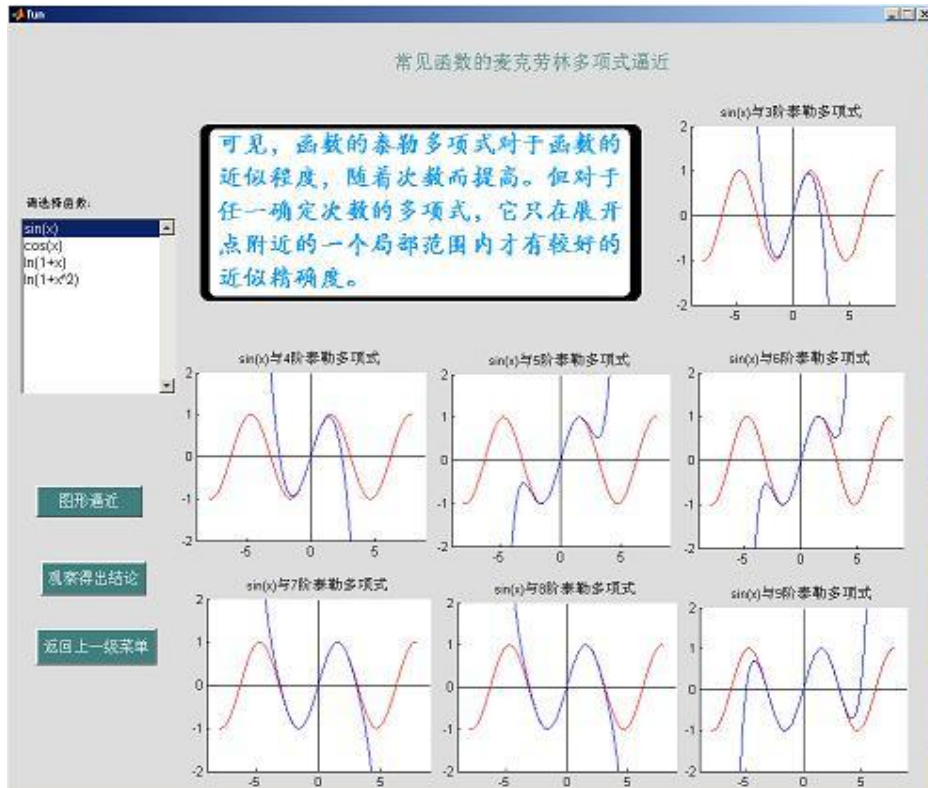
步骤 2: 给出 x 取值, 计算对应得函数值。

步骤 3: 用 plot 画出图像。

- 4、求出当  $x=5.5$  时, 3 阶多项式与函数值的差  $\Delta x_1$ , 即  $R_3(x)$  (其中  $n=3$ ) 和 5 阶多项式与函数值的差  $\Delta x_2$ , 即  $R_5(x)$  (其中  $n=5$ )。比较其关系, 给出结论。
- 5、重复 4 题, 取  $x=5.05$  计算, 分析 x 取不同值时  $R_n(x)$  的变化。
- 6、利用泰勒多项式近似计算  $e$ 。若要求误差  $|R_n| < 0.005$ , 求 n。

提示: 根据拉格朗日余项  $|R_n| = \left| \frac{e^x}{(n+1)!} x^{n+1} \right|$ ,  $\frac{e}{(n+1)!} |x|^{n+1} < \frac{3}{(n+1)!}$  可得。





泰勒公式及函数逼近

输入:

输入函数:

输入点x:

展开最高阶数n:

展开区间半径:

Panel

求Taylor多项式

图形显示

返回上一级菜单

生成n阶泰勒多项式

第一步:

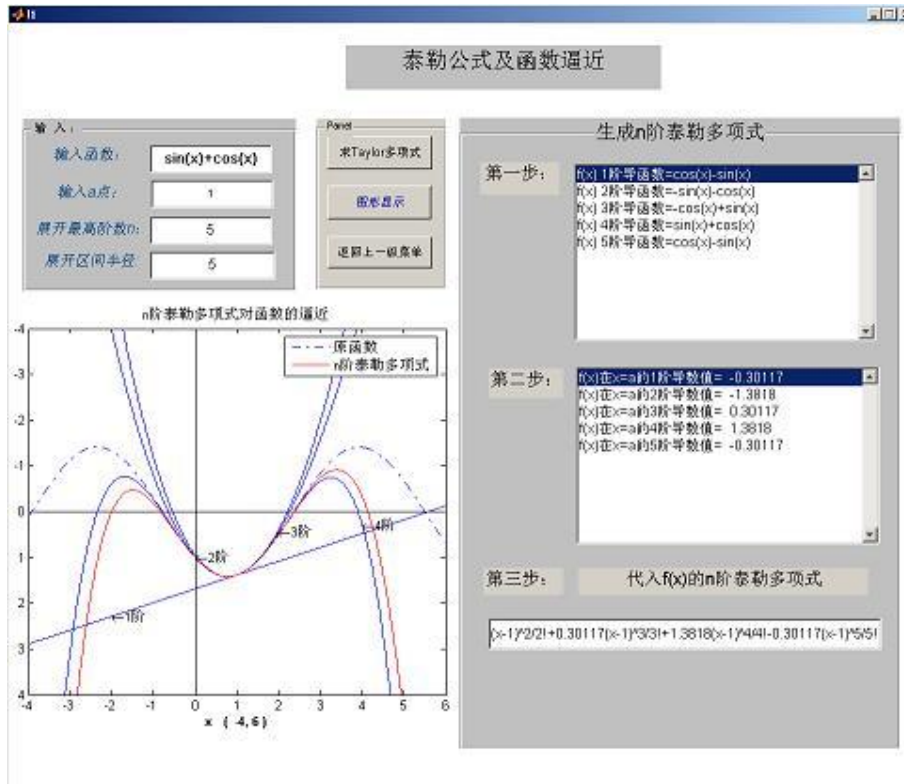
第二步:

第三步:

若函数  $f(x)$  在点  $x_0$  的某邻域内具有  $(n+1)$  阶的导数，则在该邻域内  $f(x)$  的  $n$  阶泰勒公式:

$$f(x) = f(x_0) + f'(x_0)(x-x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_0)^n + R_n(x)$$

其中  $R_n(x)$  为余项。



### 利用泰勒公式求无理数近似值

**麦克劳林公式:**

$$f(x) \approx f(0) + f'(0)x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n$$

$$|R_n(x)| = \frac{f^{(n+1)}(\theta x)}{(n+1)!}x^{n+1}$$

$$< \frac{M}{(n-1)!}x^{n-1} \quad (0 < \theta < 1)$$

**Function Group**

无理数 e

无理数 pi

输入误差限 h(10^-n):

输出多项式阶数:

无理数的近似值:

# 数值分析课程实验

## 关于线性方程组的直接解法的实验设计

### 一、实验目的

- (1) 学会求解线性代数方程组，理解线性方程组直接法求解的思想。
- (2) 通过实例学习用线性代数方程组解决简化的实际问题。

### 二、预备知识

对于  $n$  个未知量， $n$  个方程的线性方程组  $Ax=b$  的求解问题，其中  $A$  为系数矩阵且满足  $|A| \neq 0$ 。利用直接法求解线性方程组，即经过有限次算术运算能求出方程组精确解或者判定解不存在的方法。直接法主要包括高斯消元法以及与 LU 分解。

#### (1) 高斯消元法：

高斯消元法分消元和回代两个步骤，先依次消元将原方程组  $Ax=b$  的系数矩阵化为上三角矩阵，在依次回代求出方程组的所有解。

#### (2) LU 分解和 Cholesky 分解

由上面对高斯消元法的讨论知，若  $A$  可逆且顺序主子式不为 0，则  $A$  可分解为一个单位下三角阵  $L$  和一个上三角阵  $U$  的积，即  $A=LU$ 。这种分解是唯一的，称为矩阵的 LU 分解。例如：

$$A = \begin{bmatrix} b_1 & c_1 & & & & \\ a_2 & b_2 & c_2 & & & \\ & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & & \\ & & a_{n-1} & b_{n-1} & c_{n-1} & \\ & & & a_n & b_n & \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ l_2 & 1 & & & & \\ & \mathbf{O} & \mathbf{O} & & & \\ & & & l_n & 1 & \\ & & & & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 & c_1 & & & & \\ & u_2 & \mathbf{O} & & & \\ & & \mathbf{O} & c_{n-1} & & \\ & & & & u_n & \end{bmatrix}$$

#### (3) 误差分析

由实际问题导出的线性方程组  $Ax=b$ ，系数矩阵  $A$  和右端向量  $b$  往往带有误差。解的误差分析是讨论  $A$  或  $b$  的微小变化对解  $x$  的影响。一般地，若线性方程组系数矩阵或右端项的微小扰动引起解的很大变化，就称之为病态方程组，系数矩阵称为病态矩阵。反之，称为良态线性方程组和良态矩阵。

### 三、实验内容：

(一)、高斯消去法的实验过程如下：

第一步、建立 M 函数文件：Gauss1.m

%M 函数文件 Gauss1.m 用顺序高斯消元法求线性方程组  $Ax=b$  的精确解

```
function x=Gauss1(A, b)
```

```
format short %定义数据的输出格式为：保证小数点后有四位有效数值
```

```
[n, m]=size(A); [t, u]=size(b); %求系数矩阵和右端向量 b 的行列数
```

```
if n~=m|n~=t|u~=1|det(A)==0 %保证输入的正确性
```

```

        error('矩阵或向量的大小不对应或矩阵不是非奇异矩阵')
    return;
end
c=n+1;
A(:,c)=b;          %生成增广矩阵
for k=1:n-1
    A(k+1:n, k:c)=A(k+1:n, k:c)-(A(k+1:n, k)/A(k, k))*A(k, k:c);    %消元过程
end
x=zeros(n,1);
x(n)=A(n,c)/A(n,n);          %回代过程
for g=n-1:-1:1
    x(g)=(A(g, c)-A(g,g+1:n)*x(g+1:n))/A(g, g);
end

```

第二步、利用上面所建立的 M 函数文件求解线性方程组的控制命令如下：  
 例如：用 Gauss 消元法解线性方程组

$$\begin{cases} 0.5x_1 + 1.1x_2 + 3.1x_3 = 6, \\ 2x_1 + 4.5x_2 + 3.6x_3 = 0.02, \\ 5x_1 + 0.96x_2 + 6.5x_3 = 0.96. \end{cases}$$

在 Matlab 命令窗口输入下面的命令：

```

>> clear          %清除 Matlab 工作内存中的变量
>> A=[0.5, 1.1, 3.1; 2, 4.5, 3.6; 5, 0.96, 6.5]; b=[6, 0.02, 0.96]';    %输入线性方程组的信息：
    系数矩阵和常量
>> Gauss1(A, b)    %利用 Gauss 消元法数值求解方程组
    则得到如下的计算结果：

```

```

ans =
    -3.1957
    -0.7484
     2.7165

```

第三步、结果分析及检验

验证结果的正确性，在 Matlab 命令窗口输入下面的控制命令：

```

>>x=[-3.1957, -0.7484, 2.7165]';
>>y=A*x

```

则得到如下的计算结果：

```

ans =
     6.0001
     0.0202
     0.9603

```

将上述结果与 b 进行比较试，分析上述结果与 b 不一致的原因？

(二)、列主元高斯消去法的实验过程如下：

第一步、建立一个 M 函数文件：Gauss2. m

第二步、利用上面所建立的 M 函数文件求解线性方程组的控制命令如下：

例如：用列主元 Gauss 消元法解线性方程组  $Ax = b$ ，在 Matlab 命令窗口输入下面的命令：

```
>> clear
```

```
>> A=[2 1 3 1; 4 2 7 -1; 6 4 0 2; -2 4 5 2]; b=[6 10 6 -5];
```

```
>> Gauss2(A, b)
```

则得到如下的计算结果：

```
ans =
```

```
2.0000
```

```
-2.0000
```

```
1.0000
```

```
1.0000
```



# 数学建模课程实验

## 实验 水塔流量的估计

### 一、实验目的

1. 了解有关数据处理的基本概念和原理。
2. 了解处理数据插值与拟合的基本方法，如样条插值、分段插值等。
3. 学习掌握用 MATLAB 命令处理数据插值与拟合问题。

### 二、实验内容

某居民区有一供居民用水的圆形水塔，一般可以通过测量其水位来估计水的流量。但面临的困难是，当水塔水位下降到设定的最低水位时，水泵自动启动向水塔供水，到设定的最高水位时停止供水，这段时间是无法测量水塔的水位和水泵的供水量。通常水泵每天供水一两次，每次约两小时。水塔是一个高 12.2 米、直径 17.4 米的正圆柱。按照设计，水塔水位降到约 8.2 米时，水泵自动启动，水位升到约 10.8 米时水泵停止工作。

某一天的水位测量记录如表 1 所示，试估计任何时刻（包括水泵正供水时）从水塔流出的水流量，及一天的总用水量。

表 1 水位测量启示录（//表示水泵启动）

时刻 (h)	0	0.92	1.84	2.95	3.87	4.98	5.90	7.01	7.93	8.97
水位 (cm)	968	948	931	913	898	881	869	852	839	822
时刻 (h)	9.98	10.92	10.95	12.03	12.95	13.88	14.98	15.90	16.83	17.93
水位 (cm)	//	//	1082	1050	1021	994	965	941	918	892
时刻 (h)	19.04	19.96	20.84	22.01	22.96	23.88	24.99	25.91		
水位 (cm)	866	843	822	//	//	1059	1035	1018		

### 三、实验仪器、设备及材料

PC 机、MATLAB 软件

### 四、实验原理

在生产实践和科学研究中，常常遇到这样的问题：由实验或测量得到的一批离散样点，需要确定满足特定要求的曲线或曲面（即变量之间的函数关系或预测样点之外的数据）。如果要求曲线（面）通过所给的所有数据点（即确定一个初等函数通过已知各数据，一般用多项式或分段多项式），这就是**数据插值**。在数据较少的情况下，这样做能够取得好的效果。但是，如果数据较多，那么插值函数是一个次数很高的函数，比较复杂。如果不要求曲线（面）通过所有的数据点，而是要求它反映对象整体的变化趋势，可得到更简单实用的近似函数，这就是**数据拟合**。函数插值和曲线拟合都是要根据一组数据构造一个函数作为近似，由于近似的要求不同，二者在数学方法是完全不同的。

### 五、实验步骤

### (一) 问题的分析

流量是单位时间流出的水的体积，由于水塔是圆柱形，横截面积是常数，在水泵不工作时段，流量很容易从水位对时间的变化率算出，问题是如何估计水泵供水时段的流量。

### (二) 模型假设

1、流量是时间的连续函数，只取决于水位差，与水位本身无关，与水泵是否工作无关。

2、水泵第 1 次供水时段为  $t = 9.0$  到  $t = 11.0$  (小时)，第 2 次供水时段为  $t = 20.8$  到  $t = 23.0$  (小时)。这是根据最高和最低水位分别为 10.8 米和 8.2 米，及表 1 的水位测量记录作出的假设，其中前 3 个时刻直接取自实测数据 (精确到 0.1 小时)，最后 1 个时刻来自每次供水约两小时的已知条件 (从记录看，第 2 次供水时段应在记录的 22.96 小时之后不久结束)。水泵工作时单位时间的供水量大致为常数，这个常数应该大于单位时间的平均流量。

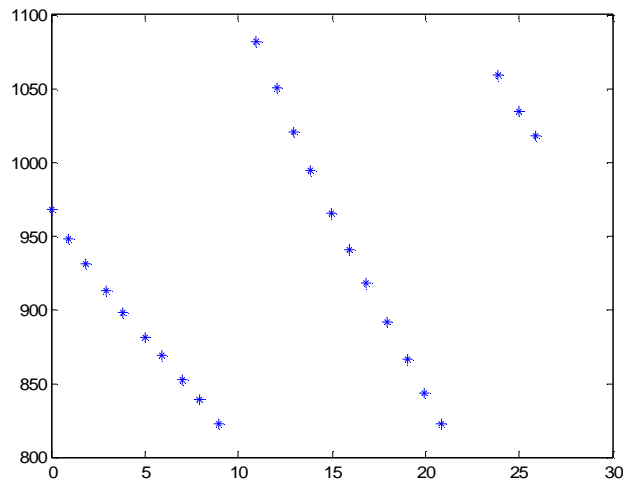


图 水位变化图

### (三) 拉格朗日插值方法

首先考虑拟合水位~时间函数，从表 1 测量记录看，一天有两个供水时段 (以下称第 1 供水时段和第 2 供水时段)，和三个水泵不工作时段 (简称第 1 时段  $t = 0$  到  $t = 8.97$ ，第 2 时段  $t = 10.95$  到  $t = 20.84$ ，第 3 时段  $t = 23$  以后)。对第 1、2 时段的测量数据可直接分别作多项式拟合，得到水位函数。为使拟合曲线比较光滑，多项式次数不要太高，一般在 3~6 次。由于第 3 时段只有 3 个测量记录，无法对这一时段的水位作出较好的拟合。

接着确定流量~时间函数，对于第 1、2 时段只需将水位函数求导数即可，对于两个供水时段的流量，则用供水时段前后 (水泵不工作时段) 的流量拟合得到，并将拟合得到的第 2 供水时段流量外推，将第 3 时段流量包含在第 2 供水时段内。

最后一天总用水量等于两个水泵不工作时段和两个供水时段 (将第 3 时段包含在第 2 供水时段内) 用水量之和，它们都可以由流量对时间的积分再乘以水塔截面积得到。

### (四) 模型的求解

拟合第 1、2 时段的水位，并导出流量， $t$ ， $h$  为时刻和水位测量记录 (水泵启动的 4 个时刻不输入)，程序代码如下：

**Step01** 存入时间和水位数据

```
>> t=[0 0.92 1.84 2.95 3.87 4.98 5.90 7.01 7.93 8.97 10.95 12.03 12.95 13.88 14.98 15.90  
16.83 17.93 19.04 19.96 20.84 23.88 24.99 25.91];
```

```
>> h=[968 948 931 913 898 881 869 852 839 822 1082 1050 1021 994 965 941 918 892 866
```

```
843 822 1059 1035 1018];
```

**Step02** 计算第 1 时段各时刻流量

```
>> c1=polyfit(t(1:10),h(1:10),3);% 用 3 次多项式拟合第 1 时段的水位
>> a1=polyder(c1);% 对拟合的多项式求导数得到第 1 时段流量
>> tp1=0:0.1:9;% 对第 1 时段的时刻进行划分
>> x1=abs(polyval(a1,tp1));% 计算第 1 时段各时刻的流量
```

**Step03** 计算第 2 时段各时刻的流量

```
>> c2=polyfit(t(11:21),h(11:21),3);
>> a2=polyder(c2);
>> tp2=11:0.1:20.8;
>> x2=abs(polyval(a2,tp2));
```

**Step04** 计算水泵第 1 供水时段的流量

在第 1 供水时段 ( $t=9\sim 11$ ) 之前 (即第 1 时段) 和之后 (即第 2 时段) 各取几点, 其流量已经得到, 用它们拟合水泵第 1 供水时段的流量。为使流量函数在  $t=9$  和  $t=11$  连续, 我们简单地只取 4 个点, 拟合 3 次多项式 (即曲线必过这 4 个点), 实现如下:

```
>> xx1=abs(polyval(a1,[8 9]));
>> xx2=abs(polyval(a2,[11 12]));
>> xx12=[xx1,xx2];
>> c12=polyfit([8 9 11 12],xx12,3);% 拟合水泵供水时段的流量函数
>> tp12=9:0.1:11;
>> x12=polyval(c12,tp12);% 计算第 1 供水时段各时刻的流量
```

**Step05** 计算水泵第 2 供水时段的流量

在第 2 供水时段之前取  $t=20, 20.8$  两点的流水量, 第 3 时段仅有 3 个水位记录, 我们用差分得到流量, 然后用这 4 个数值拟合第 2 供水时段的流量:

```
>> dt3=diff(t(22:24));% 最后 3 个时刻的两两之差
>> dh3=diff(h(22:24));% 最后 3 个水位的两两之差
>> dht3=-dh3./dt3;% 用差分计算  $t(22)$  和  $t(23)$  的流量
>> t3=[20 20.8 t(22) t(23)];% 取第 2 时段 20, 20.8 两点和第 3 时段 23.88, 24.99 两点
>> xx3=[abs(polyval(a2,t3(1:2))),dht3];% 取第 2 时段 20, 20.8 两点和第 3 时段 23.88, 24.99 两点的流量
>> c3=polyfit(t3,xx3,3);% 拟合出第 2 水泵供水时段的流量函数
>> tp3=20.8:0.1:24;
>> x3=polyval(c3,tp3);% 输出第 2 供水时段 (外推到  $t=24$ ) 各时刻的流量
```

**Step06** 计算一天总用水量

求第 1、2 时段和第 1、2 供水时段流量的积分之和, 就是一天总用水量。虽然诸时段的流量已表示为多项式函数, 积分可以解析地算出, 这里仍可用数值积分计算:

```
>> y1=0.1*trapz(x1)% 第 1 时段用水量, 0.1 为积分步长
y1 =
    146.1815
>> y2=0.1*trapz(x2)% 第 2 时段用水量
y2 =
    258.0441
>> y12=0.1*trapz(x12)% 第 1 水泵供水时段用水量
y12 =
```

```

50.3990
>> y3=0.1*trapz(x3) % 第 2 水泵供水时段用水量
y3 =
    74.9138
>> y=(y1+y2+y12+y3)*237.8*0.01% 总用水量为水位差乘以水塔截面积，0.01 是因为
流量单位为厘米
y =
    1.2592e+003

```

### (五) 结果检验及分析

计算出来的各时段用水量可以用测量记录来检验，y1 可用第 1 时段水位测量下降高度为  $968 - 822 = 146$  来检验，类似地，y2 用  $1082 - 822 = 260$  来检验。

供水时段流量的一种检验方法如下：供水时段用水量加上水位上升值 260 是该时段泵入的水量，除以时间长度得到水泵的功率（单位时间泵入水量），而两个供水时段的功率应大致相等。第 1、2 时段水泵的功率计算如下：

```

>> p1=(y12+260)/2
p1 =
    155.1995
>> tp2=20.8:0.1:23;
>> xp2=polyval(c3,tp2);
>> p2=(0.1*trapz(x3)+260)/2.2
p2 =
    152.2335

```

可以看到，两次水泵泵水的功率差别不大。下面是水塔一天的流量曲线图：

```

>> yyy=[x1 x12 x2 x3]; %把四个阶段的供水量综合起来
>> plot(yyy) %绘图

```

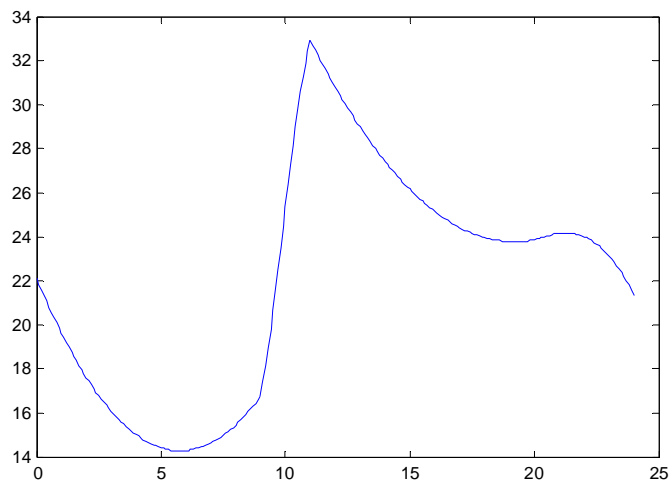


图 当取三次多项式拟合的流量曲线图

由图我们可以看到，流量曲线与原始记录基本上相吻合，但在第 1 时段和第 1 泵水时段的交接处曲线不太光滑，这说明我们采用 3 次曲线通过 4 点的做法不够好，应该多取几点进行拟合。0 点到 10 点很流量很低，10 点到下午 3 点即中午时间段是用水高峰期。

## 时间序列分析课程实验

### 实验 Box-Jenkins 建模——综合性实验

一、实验目的：利用 Box-Jenkins 建模方法对实际数据建立恰当的 ARMA 模型。

二、实验内容

- 1、掌握 Box-Jenkins 建模方法的思想与具体实现过程。
- 2、面对数据数据处理的思想和具体实现过程。

三、实验原理

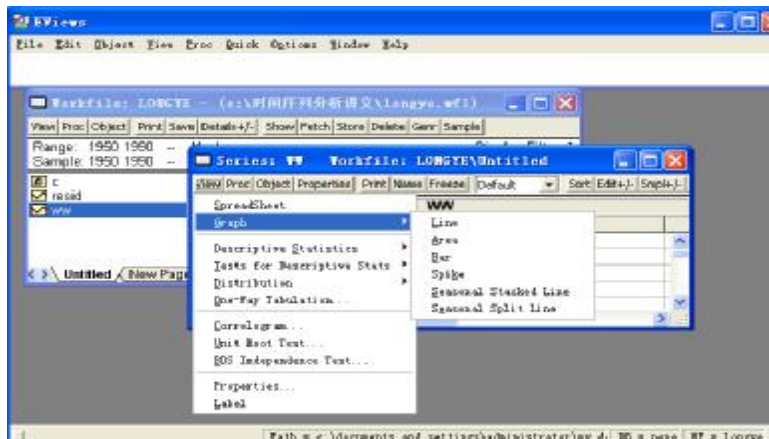
如果所观察的序列，可以判定为平稳的非白噪声序列，则就可以利用模型拟合该序列，其步骤如下：

1. 计算序列的自相关函数 (ACF) 和偏自相关函数 (PACF) 的值。
2. 根据样本自相关函数和偏自相关函数的性质，选择阶数适当的 ARMA 模型进行拟合。
3. 估计模型中未知参数的值。
4. 检验模型的有效性。如果模型不能通过检验，就重新选择模型再拟合。
5. 模型优化。如果拟合的模型通过检验，就需要充分考虑其它的可能，建立多个拟合模型，从所有通过检验的模型中选择最优的。
6. 利用拟合模型，预测序列的未来走向。

四、实验步骤

(1) 序列的图像——直观分析

在工作表中双击序列名称，出现序列对象窗口，在序列对象窗口的工具栏上点击“View/Graph”按钮，这样一来为该序列绘图做好了前期准备，可以为序列绘制折线图(Line)、面积图(Area)、条形图(Bar)、钉形图(Spike)等。



图序列绘图窗口

(2) 序列的特征分析

在工作表中双击序列名称，出现序列对象窗口，在序列对象窗口的工具栏上点击“View/Descriptive Statistics”按钮，此时出现包括了柱图和统计量(Histogram & Stats)，统计表 (Stats Table)，分组统计 (Stats by Classification) 等下拉式菜单。

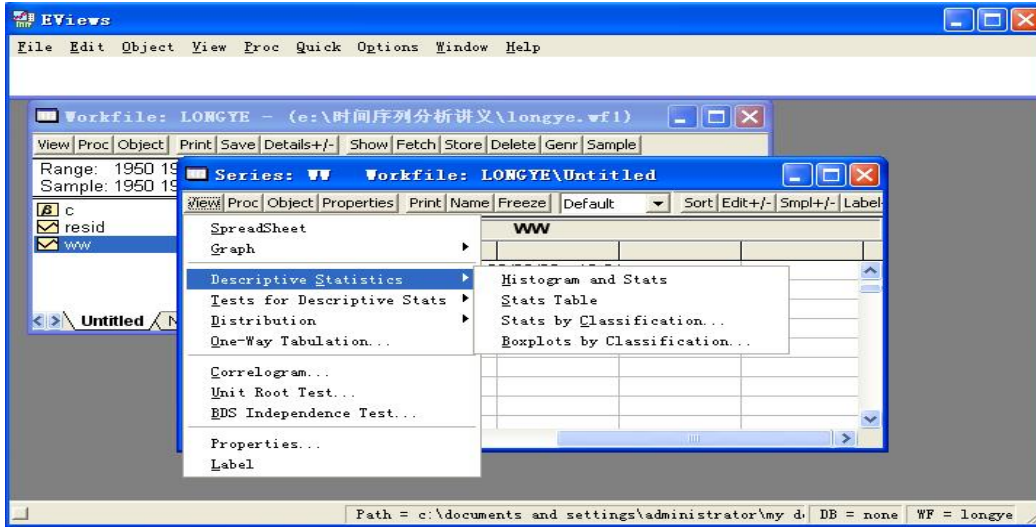


图 7.10 描述性统计下的下拉菜单项目

在序列对象窗口的工具栏上点击“View/ Tests for Descriptive Stats”按钮，此时出现简单假设检验（Simple Hypothesis Tests），分组齐性检验（Equality Tests by Classification）两项下拉式菜单。所谓简单的假设检验，主要是检验单样本的均值、方差或中位数是否与给定的值存在显著性差异。分组齐性检验是通过分组，检验不同组之间均值、中位数或方差是否相等，主要利用方差分析方法得到各组数据的组内差异和组间差异。

### （3）序列的相关分析

在序列对象窗口的工具栏上点击“View/ Correlogram”按钮，此时出现相关分析的窗口。

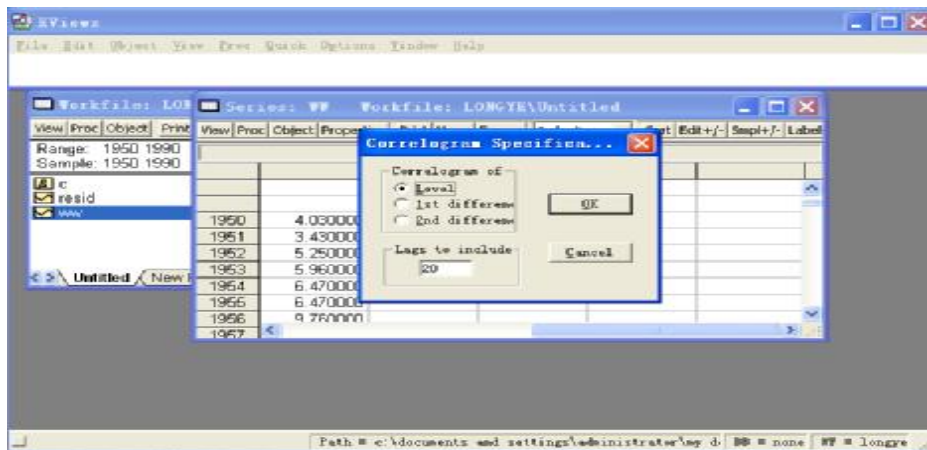


图 7.11 相关分析的对话框

选项“Level”表示对当前序列绘制相关分析图；选项“1st difference”表示对当前序列的一阶差分序列绘制相关分析图；选项“2nd difference”表示对当前序列的二阶差分序列绘制相关分析图；选项“lags to include”下的对话框是让用户选择样本自相关函数的最大滞后期，默认为 20。选择好各个选项后，点击 OK 按钮，将在序列显示窗口显示相应的相关分析图。

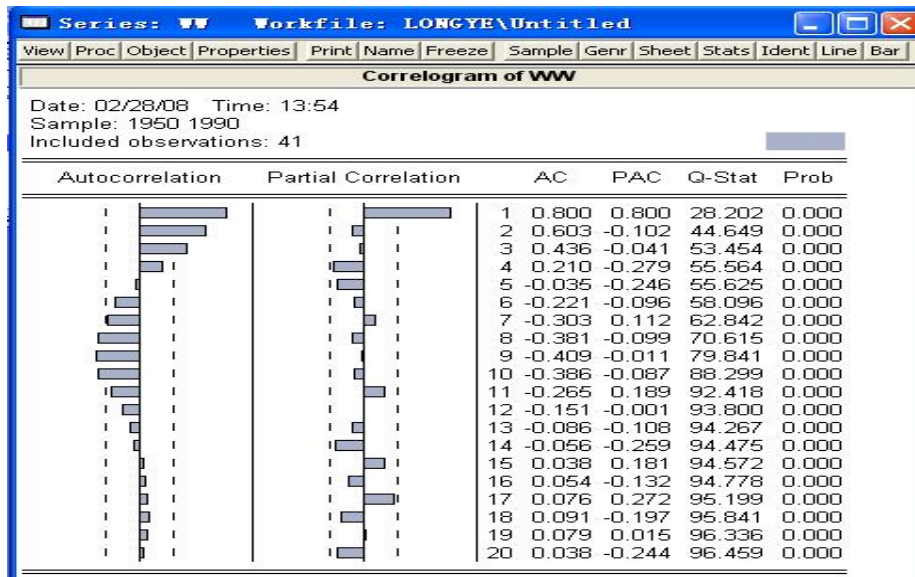


图 7.12 某相关序列的相关图

相关分析图中分别有样本自相关函数图(Autocorrelation)、样本偏相关函数图(Partial Correlation)、样本自相关函数值(AC)以及样本自相关函数值(PAC)等。图中纵垂线表示滞后期,蓝色的条形分别表示不同滞后期样本自相关函数值和样本偏相关函数值,虚线是置信水平 $\alpha = 0.05$ 时的置信带,称为Barlett线。

#### (4) 零均值化的上机操作

在Eviews软件的主窗口命令行中输入

```
scalar m=@mean(ww)
```

其中, m 是标量(scalar)对象名, @mean 是序列均值函数, @mean(ww)表示计算序列 ww 的样本均值。输入命令后回车,工作文件窗口出现标量,双击该对象,在主窗口左下方的状态栏看见样本均值的结果,从而较为简单地判断序列是否是零均值的。

#### (5) ARMA 模型的建模过程

通常根据零均值平稳化后的序列的自相关函数和偏自相关函数表现出的特征,对序列进行初步的模型识别,其具体操作步骤与“相关分析”相同。

模型参数估计的命令是“ls”,并用到AR、MA、SAR, SMA等参数项。例如:对一个零均值的平稳序列 ww1 建立 ARMA (2,1)模型,其命令操作方式为

```
ls ww1 ar(1) ar(2) ma(1)
```

# 统计软件课程实验

## 实验 描述性统计分析实验

### 一、实验目的

1. 学习描述性统计分析的主要内容。
2. 掌握 SPSS 软件中相关命令的操作。
3. 了解 SPSS 描述性统计结果报告输出。

### 二、实验内容

1. 集中趋势统计量的计算与解释。
2. 变异程度统计量的计算与解释。
3. 分布形态统计量的计算与解释。
4. 变量的标准化处理方法。

### 三、实验原理

统计量是研究随机变量变化综合特征的重要工具，它们集中描述了变量变化的相关特征。在统计学理论知识中，提供了大量丰富的描述性统计量。通过它们，研究者可以更清晰认识数据的分布特点和数据变化特征。一般来说，我们可以通过位置、离散程度和形态等方面对数据特征加以描述，具体见图 1\*1。

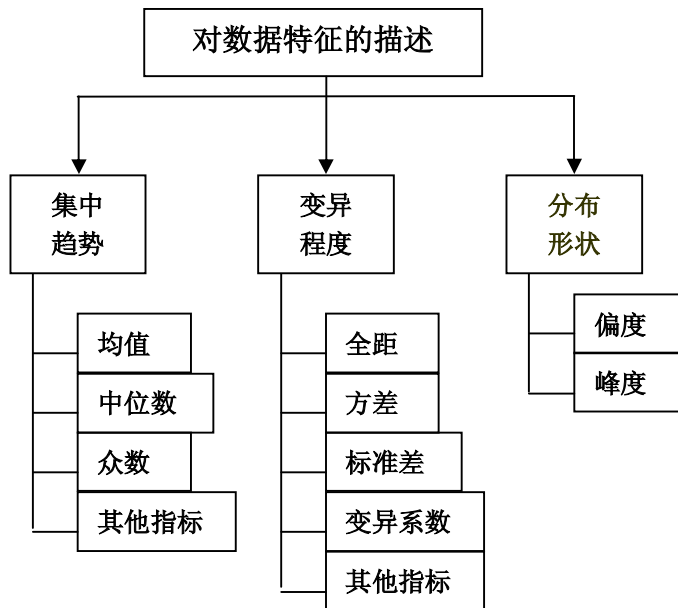


图 1-1 描述性统计量的分类

### 四、实验内容

在 R.Brown 和 G.Davis 的文章“荣获奥斯卡奖的最佳男主角和女主角的年龄”（《数学教师》杂志）中，作者列出了男演员和女演员在获得奥斯卡奖时的年龄。近年来的获奖者按性别列在下面。请你分析不同性别演员获得奥斯卡奖的年龄差异性。



男演员: 32 37 36 32 51 53 33 61 35 45 55 39  
 76 37 42 40 32 60 38 56 48 48 40 43  
 62 43 42 44 41 56 39 46 31 47 45 60  
 女演员: 50 44 35 80 26 28 41 21 61 38 49 33  
 74 30 33 41 31 35 41 42 37 26 34 34  
 35 26 61 60 34 24 30 37 31 27 39 34

## 五、实验步骤

案例中列出了获得奥斯卡奖的男演员和女演员年龄,现在要比较不同性别演员年龄的差异,这就可以利用描述性统计量来分析这种差异性。具体操作步骤如下:

**Step01:** 打开数据文件,其中“male”和“female”列分别表示男演员和女演员。选择主菜单中的【Analyze】→【Descriptive Statistics】→【Descriptives】命令。

**Step02:** 在【候选变量】列表框中选择“male”和“female”变量,将其添加至【Variable(s)】列表框中,表示它是进行描述性统计分析的变量,见图 3-9 所示。

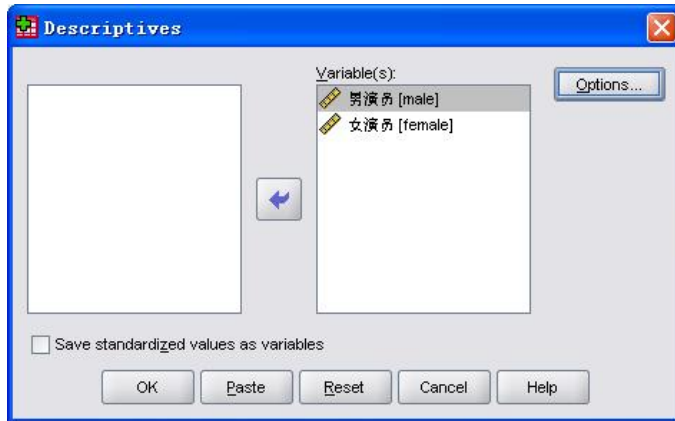


图 3-9 演员年龄描述性统计对话框

**Step03:** 在图 3-9 中,单击 **Options** 选项,其主要目的是选择需要输出的描述性统计量。这里除了选择系统默认的统计量外,还勾选了全距 (Range)、偏度系数 (Skewness) 和峰度系数 (Kurtosis)。再单击 **Continue** 按钮,返回【Descriptives】对话框。

**Step04:** 单击 **OK** 按钮,完成操作。

## 六、实验结果及分析

执行完上述操作后输出的结果如表 3-3 所示。首先,表格第一行表示男演员和女演员的统计人数都是 36 人,样本容量相同。接着从描述数据中心位置的统计量样本均值 (Mean) 看到,女演员获奖的平均年龄 (38.94) 低于男演员的平均年龄 (45.14)。男演员获奖年龄的全距 (Range) 值和标准差 (Std. Deviation) 都小于女演员,说明男演员获奖年龄波动幅度小于女演员。最后偏度 (Skewness) 和峰度 (Kurtosis) 值都表示两组数据都不服从正态分布,具有尖峰厚尾特征。

表 3-3 描述性统计分析结果

		男演员	女演员	Valid N (listwise)
N	Statistic	36	36	36
Range	Statistic	45	59	
Minimum	Statistic	31	21	

Maximum	Statistic	76	80	
Mean	Statistic	45.14	38.94	
Std. Deviation	Statistic	10.406	13.546	
Skewness	Statistic	.898	1.503	
	Std. Error	.393	.393	
Kurtosis	Statistic	.704	2.111	
	Std. Error	.768	.768	

## 自主学习、研究讨论

### 1. 高等数学（上册）课堂讲授、学生自主学习、研讨式学习内容

课堂讲授部分：极限的概念，极限的计算，极限存在准则，函数的连续，导数的概念，隐函数及参数方程确定的函数的导数，微分中值定理，洛比塔法则，不定积分的概念与性质，换元法，分部积分法，定积分的概念与性质，微积分基本公式，向量代数，空间曲线、空间曲面，平面、直线等

学生自主学习部分：函数，连续函数的运算与初等函数的连续性，求导法则，函数图形，方程的近似解，反常积分，空间直角坐标系

研讨式学习部分：无穷小的比较，闭区间上连续函数的性质，函数的微分，泰勒公式，曲率，有理函数的积分，定积分的换元法，分部积分法，定积分的应用。

### 2. “行列式”自主学习、研讨式学习示例

对于二个方程、二个未知量的线性方程组（二元一次方程组）
$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2 \end{cases}$$

若方程组的系数行列式  $D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \neq 0$ ，把 D 中第 j 列换成方程组的常数列  $\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}$  后所得的

行列式记为  $D_j$ ，即  $D_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}$ ， $D_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}$ ，则方程组有唯一解为： $x_1 = \frac{D_1}{D}$ ， $x_2 = \frac{D_2}{D}$ 。

三个方程、三个未知量的线性方程组（三元一次方程组）

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3 \end{cases}$$

若方程组的系数行列式  $D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \neq 0$ , 把  $D$  中第  $j$  列换成方程组的常数列  $\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$  后

得的行列式记为  $D_j$ , 即  $D_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$ ,  $D_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & a_{13} \\ a_{21} & b_2 & a_{23} \\ a_{31} & b_3 & a_{33} \end{vmatrix}$ ,  $D_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & b_3 \end{vmatrix}$ ,

则方程组有唯一解为:  $x_1 = \frac{D_1}{D}$ ,  $x_2 = \frac{D_2}{D}$ ,  $x_3 = \frac{D_3}{D}$ 。

### 思考题

问题 1: 由二元一次方程组, 三元一次方程组的结论, 对于含有  $n$  个方程、 $n$  个未知量

的线性方程组（简称为  $n$  元一次方程组）

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \mathbf{L} a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \mathbf{L} a_{2n}x_n = b_2 \\ \mathbf{L} \mathbf{L} \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \mathbf{L} a_{nn}x_n = b_n \end{cases}, \text{你猜测会有什么}$$

类似的结论? 猜测这种线性方程组无解或有多个解的条件是什么? (请用行列式的形式给出猜测的结果和条件)

问题 2: 请分析、思考二元一次方程组无解的充分必要条件和有多个解的充分必要条件。二元一次方程组有惟一解、无解、有多个解这三种不同情况在平面上分别表示什么几何意义? 有人说: 如果二元一次方程组有两个不同的解, 那么, 此二元一次方程组一定有无穷多的解。这种说法是否正确?

问题 3: 分析、思考将问题 2 中的二元一次方程组, 改为三元一次方程组后的类似结果。

问题 4: 如果线性方程组中方程的个数与未知量的个数不相等, 譬如,  $m$  个方程、 $n$  个

未知量的线性方程组

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \mathbf{L} a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \mathbf{L} a_{2n}x_n = b_2 \\ \mathbf{L} \mathbf{L} \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \mathbf{L} a_{mn}x_n = b_m \end{cases}, \text{能否直接用行列式判别这类线性方}$$

程组的解的性质 (这里的“解的性质”是指方程组是否有解, 若方程组有解, 它的解是惟一的还是有多个。)?

问题 5: 对于  $n$  元一次方程组, 当  $b_1 = 0, b_2 = 0, \dots, b_n = 0$  时称为齐次线性方程组。

问:  $n$  元一次齐次线性方程组 
$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = 0 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = 0 \\ \mathbf{M} \quad \quad \quad \mathbf{M} \quad \quad \quad \mathbf{M} \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = 0 \end{cases}$$
 是否一定有解?

问题 6: 对于问题 5 中的  $n$  元一次齐次线性方程组,  $x_1 = 0, x_2 = 0, \dots, x_n = 0$  是该方程组的解, 称这个解为齐次线性方程组的零解, 而其它的解 (如果存在的话) 称为齐次线性方程组的非零解。问: 对于  $n$  元一次齐次线性方程组, 方程组只有零解与方程组的系数行列式之间有什么关系? 方程组有非零解与方程组的系数行列式之间有什么关系?

问题 7: 怎样用消元法求解二元一次、三元一次方程组? 怎样用消元法判断二元一次方程组是否有解? 若有解, 有多少解?

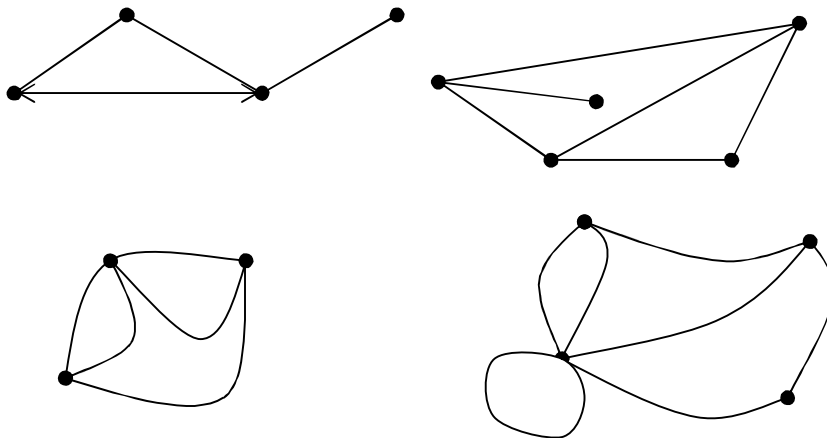
问题 8: 怎样用消元法判断三元一次方程组是否有解? 若有解, 有多少解?

问题 9: 怎样用消元法求解  $n$  元一次方程组? 分析用消元法判断  $n$  元一次方程组是否有解的思路和方法。

### 3. “矩阵”自主学习、研讨式学习示例

#### 思考题

问题 1: 写出表示下列网络的矩阵



问题 2: 画出下列矩阵的表示网络

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

问题 3: 设某工厂七个工种, 五种等级工资的工人人数的矩阵  $M$  如下:

	A	B	C	D	E	F	G
1	2	3	4	0	6	2	10
2	4	2	6	12	8	4	0
3	10	6	12	4	10	7	0
4	3	0	5	1	2	3	1
5	1	1	3	1	0	1	2

设行矩阵 (行向量)  $a = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)$ ,  $b = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)$ , 列矩阵 (列向量)

$$p = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad q = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

- (1) 求  $aM$ ,  $bM$ ,  $Mp$ ,  $Mq$ , 并说明所得结果表示什么?
- (2) 试构造适当的行或列矩阵 (行或列向量), 利用矩阵的乘法, 从  $M$  中求出下列数据
  - 1) 各工种一、二级工人的人数;
  - 2) 工种  $B$  与  $D$  中每一级工人的人数;
  - 3) 工种  $B$ 、 $D$ 、 $F$  中二、三、四级工人的人数;
  - 4) 高于三级工的工人总人数。

问题 4: 对于矩阵  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$  可表示成  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$  形式,

矩阵  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$  可表示成  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$  形式,

问：矩阵  $\begin{bmatrix} \mathbf{E}_r & \mathbf{0}_{r \times (n-r)} \\ \mathbf{0}_{(m-r) \times r} & \mathbf{0}_{(m-r) \times (n-r)} \end{bmatrix}$  可类似地表示写成\_\_\_\_\_形式？

问题 5：设  $A = A_{n \times r} = \begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \end{pmatrix}$  是  $n \times r$  阶矩阵，其中  $A_1$  是  $r \times r$  阶矩阵且  $|A_1| \neq 0$ ， $A_2$  是

$(n-r) \times r$  阶矩阵。问：

(1) 是否存在矩阵  $B = B_{r \times n}$  使得  $AB = \mathbf{E}_n$ ？

(2) 是否存在满足  $C = AB$  且  $|C| \neq 0$  的  $n$  阶方阵  $C$ ？

问题 6：对于方程组  $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 1 \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 - 3x_4 = 4 \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 - 2x_4 = 3 \end{cases}$ ，记

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 & -1 \\ 3 & -1 & 5 & -3 \\ 2 & 1 & 2 & -2 \end{pmatrix}, \quad x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix},$$

则我们可以用矩阵表示为  $Ax = b$ 。这种表示称为方程组的矩阵表示。若记

$$\mathbf{a}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{a}_2 = \begin{pmatrix} -2 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{a}_3 = \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{a}_4 = \begin{pmatrix} -1 \\ -3 \\ -2 \end{pmatrix}$$

则方程组又可表示为

$$x_1 \mathbf{a}_1 + x_2 \mathbf{a}_2 + x_3 \mathbf{a}_3 + x_4 \mathbf{a}_4 = b \quad \text{或} \quad (\mathbf{a}_1 \ \mathbf{a}_2 \ \mathbf{a}_3 \ \mathbf{a}_4) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = b$$

这种表示称为方程组的向量表示，也就是用列向量（列矩阵）表示方程组。试给出线性

方程组  $\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \mathbf{L} a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \mathbf{L} a_{2n}x_n = b_2 \\ \mathbf{L} \mathbf{L} \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \mathbf{L} a_{mn}x_n = b_m \end{cases}$  的矩阵列向量表示形式。

问题 7：给定方阵  $A = \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ ，则  $I\mathbf{E} - A = \begin{pmatrix} I-3 & 2 \\ -1 & I \end{pmatrix}$ 。行列式  $|I\mathbf{E} - A| = I^2 - 3I + 2$

是关于  $I$  的二次多项式，求多项式方程  $|I\mathbf{E} - A| = 0$  的根。问  $|I\mathbf{E} - A| = 0$  的根与矩阵  $A$

的行列式值有什么联系？

问题 8: 给定方阵  $A = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \end{pmatrix}$ , 则  $I\mathbf{E} - A = \begin{pmatrix} I-2 & 2 & -3 \\ -1 & I-1 & -1 \\ -1 & -3 & I+1 \end{pmatrix}$ 。行列式

$|I\mathbf{E} - A|$  是关于  $I$  的三次多项式  $|I\mathbf{E} - A|$ 。求多项式方程  $|I\mathbf{E} - A| = 0$  的根。问

$|I\mathbf{E} - A| = 0$  的根与矩阵  $A$  的行列式值有什么联系？

由 5、6 两个题目，你能否猜测到什么结论？

问题 9: 给定方阵  $A = \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ , 二次多项式  $|I\mathbf{E} - A| = 0$  的根为 1、2。通过计算考虑下

列问题:

1) 设  $f(x) = x^2$ ,  $f(A) = A^2$ 。问  $f(1) = 4$ 、 $f(2) = 11$  与  $f(A)$  的行列式值之间有什么联系？

2) 设  $f(x) = x^3$ ,  $f(A) = A^3$ 。问  $f(1)$ 、 $f(2)$  与  $f(A)$  的行列式值之间有什么联系？

3)  $f(x) = 2x^2 + x + 1$ ,  $f(A) = 2A^2 + A + \mathbf{E}$ 。问  $f(1)$ 、 $f(2)$  与  $f(A)$  的行列式值之间有什么联系？

4) 通过此题的计算，联想并猜测：对于  $n$  阶方阵会有什么类似的结论？

问题 10: 线性方程组 
$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \mathbf{L} a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \mathbf{L} a_{2n}x_n = b_2 \\ \mathbf{L} \mathbf{L} \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \mathbf{L} a_{mn}x_n = b_m \end{cases}$$
 可以用矩阵表示为  $Ax = b$  其中  $A$  是

方程组的系数矩阵。考虑下列问题:

1) 利用初等行变换把系数矩阵  $A$  化为行阶梯形矩阵，行阶梯形矩阵中非零行的个数（即矩阵的秩）反映了线性方程组的什么性质？

2) 若记

$$b_1 = (a_{11} \ a_{12} \ \mathbf{L} \ a_{1n}), \quad b_2 = (a_{21} \ a_{22} \ \mathbf{L} \ a_{2n}), \quad \mathbf{L} \mathbf{L}, \quad b_m = (a_{m1} \ a_{m2} \ \mathbf{L} \ a_{mn}),$$

则系数矩阵  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{L} & a_{2n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & & \mathbf{M} \\ a_{m1} & a_{m2} & \mathbf{L} & a_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \mathbf{M} \\ b_m \end{pmatrix}$ , 若  $A$  的行阶梯形矩阵中有零行（即

矩阵的秩小于  $m$ ) 反映了线性方程组的什么性质? 反映了向量组  $b_1, b_2, \dots, b_m$  的什么性质?

$$3) \text{ 记 } B = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \mathbf{L} & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \mathbf{L} & a_{2n} & b_2 \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ a_{m1} & a_{m2} & \mathbf{L} & a_{mn} & b_m \end{pmatrix} = (A \ b), \text{ 问: 矩阵 } B \text{ 的秩 } r(B) \text{ 与系数矩阵 } A$$

的秩  $r(A)$  的大小有什么关系?  $r(A) = r(B)$  和  $r(A) \neq r(B)$  两种情况与方程组的可解性之间有什么联系?

## 矩阵特征值问题与数学建模:

### 动物的繁殖问题

#### 一、实验目的

1. 加深对矩阵线性变换、方幂、特征根、对角化等概念的理解。
2. 掌握用矩阵变换在实际问题中的应用。
3. 将数学建模思想注入线性代数教学之中。

#### 二、实验内容

某农场饲养的某种动物所能达到的最大年龄为 15 岁, 将其分为三个年龄组: 第一组 0~5 岁; 第二组 6~10 岁; 第三组 11~15 岁。动物从第二个年龄组开始繁殖后代, 第二个年龄组的动物在其年龄段平均繁殖 4 个后代, 第三个年龄组的动物在其年龄段平均繁殖 3 个后代。第一年龄组和第二年龄组的动物能顺利进入下一个年龄组的存活率分别为 0.5 和 0.25。假设农场现有三个年龄段的动物各有 1000 头, 计算 5 年后、10 年后、15 年后各年龄段动物数量。20 年后农场三个年龄段的动物的情况会怎样?

根据有关生物学研究结果, 对于足够大的时间值  $k$ , 有  $X^{(k+1)} \approx I_1 X^{(k)}$  ( $I_1$  是莱斯利矩阵  $L$  的惟一正特征值)。请检验这一结果是否正确, 如果正确给出适当的  $k$  的值。

#### 三、实验准备

##### 1. 矩阵知识回顾

当矩阵的列数与某一个列向量元素个数一致时, 用矩阵乘以向量将得到另一个向量, 这就是向量的线性变换。

设  $A = (a_{ij})$  是数域  $F$  上的一个  $n$  阶矩阵, 行列式



$$f_A(x) = |xI - A| = \begin{vmatrix} x - a_{11} & -a_{12} & \cdots & -a_{1n} \\ -a_{21} & x - a_{22} & \cdots & -a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ -a_{n1} & -a_{n2} & \cdots & x - a_{nn} \end{vmatrix} \quad (1)$$

叫作矩阵  $A$  的特征多项式，若有

$$f_A(I) = 0$$

那么  $I$  就是矩阵  $A$  的特征多项式的特征根，那么方程

$$A X = I X \quad (2)$$

的一个非零解叫做矩阵  $A$  的属于特征根  $I$  的特征向量。

## 2. 求矩阵特征根的 MATLAB 命令

`d = eig(A)` 求矩阵  $A$  的特征根；  
`[V, D] = eig(A)` 求矩阵  $A$  的特征根和特征向量，其中  $V$  表示特征向量， $D$  表示特征根；  
 有关该命令的详细信息可查阅帮助。

## 四、模型建立与求解

### 1. 模型的建立

由题设，在初始时刻 0~5 岁、6~10 岁、11~15 岁的三个年龄段动物数量分别为：

$$x_1^{(0)} = 1000, \quad x_2^{(0)} = 1000, \quad x_3^{(0)} = 1000$$

以五年为一个年龄段，则某一时刻三个年龄段的动物数量可以用一个向量

$$X = [x_1 \quad x_2 \quad x_3]^T$$

表示。以五年为一个时间段，记

$$X^{(k)} = [x_1^{(k)} \quad x_2^{(k)} \quad x_3^{(k)}]^T$$

为第  $k$  个时段动物数分布向量。

当  $k = 0, 1, 2, 3$  时， $X^{(k)}$  分别表示现在、五年后、十年后、十五年后的动物数分布向量。根据第二年龄组和第三年龄组动物的繁殖能力，在第  $k$  个时间段，第二年龄组动物在其年龄段平均繁殖 4 个，第三年龄组动物在其年龄段平均繁殖 3 个后代。由此得第一年龄组在第  $k + 1$  个时间段的数量如下

$$x_1^{(k+1)} = 4x_2^{(k)} + 3x_3^{(k)}$$

同理，根据第一年龄组和第二年龄组的存活率，可得等式

$$x_2^{(k+1)} = 0.5x_1^{(k)}, \quad x_3^{(k+1)} = 0.25x_2^{(k)}$$

建立数学模型如下

$$\begin{cases} x_1^{(k+1)} = 4x_2^{(k)} + 3x_3^{(k)} \\ x_2^{(k+1)} = 0.5x_1^{(k)} \\ x_3^{(k+1)} = 0.25x_2^{(k)} \end{cases} \quad (k = 0, 1, 2, 3)$$

改写成矩阵形式

$$\begin{bmatrix} x_1^{(k+1)} \\ x_2^{(k+1)} \\ x_3^{(k+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 \\ 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^{(k)} \\ x_2^{(k)} \\ x_3^{(k)} \end{bmatrix} \quad (k=0, 1, 2, 3)$$

由此得向量  $X^{(k)}$  和  $X^{(k+1)}$  的递推关系式

$$X^{(k+1)} = L X^{(k)}$$

其中矩阵

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 \\ 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0 \end{bmatrix}$$

称为莱斯利矩阵，进一步有

$$X^{(k+1)} = L^{k+1} X^{(0)}$$

## 2. 模型求解

为了计算五年后、十年后、十五年后农场中动物的数量，输入初始数据和莱斯利矩阵，在 MATLAB 命令窗口中键入下面命令：

```
>> x0=[1000;1000;1000];
>> L=[0 4 3;0.5 0 0;0 0.25 0];
>> x1=L*x0
x1 =
    7000    500    250
>> x2=L*x1
x2 =
    2750    3500    125
>> x3=L*x2
x3 =
   14375    1375    875
>> x4=L*x3
x4 =
  1.0e+003 *
    8.1250    7.1875    0.3438
```

为了计算莱斯利矩阵的特征值，键入下面的命令：

```
>> eig(L)
ans =
    1.5000
   -1.3090
   -0.1910
```

这说明矩阵  $L$  的惟一正特征值为

$$\lambda = 1.5$$

于是

$$X^{(k+1)} \approx 1.5 X^{(k)}$$

## 五、结果讨论分析

分析得到上述结果后，可以继续深入探讨如下问题：

1、如果按照这种矩阵变换方式，请问在若干年后农场中的动物数量会是多少？

解：首先可以将计算结果制成表，得到五年后、十年后、十五年后和二十年后农场中动物的数量：

$k$	现在	$k=1$ (5年后)	$k=1$ (10年后)	$k=1$ (15年后)	$k=1$ (20年后)
$x_1$	1000	7000	2750	14375	8125
$x_2$	1000	500	3500	1375	7187.5
$x_3$	1000	250	125	875	343.8

从表中数据的变化（如果没有其它的原因），可估计农场的动物总量会逐步增加。

根据  $X^{(k+1)} \approx I_1 X^{(k)}$ ，当  $k=285$  时可以得到如下结论

$x =$

1.0e+053 \*

4.3616 1.4539 0.2423

这说明多年以后，动物数量是大得非常惊人的。

2、如果每五年平均向市场供应动物数  $c = [s \ s \ s]^T$ ，在 20 年后农场动物不至灭绝的前提下， $c$  应取多少为好？

解：如果每个五年平均向市场供应动物  $c = [s \ s \ s]^T$ ，分析动物数分布向量变化规律可知

$$X^{(1)} = L X^{(0)} - c$$

$$X^{(2)} = L X^{(1)} - c$$

$$X^{(3)} = L X^{(2)} - c$$

$$X^{(4)} = L X^{(3)} - c$$

所以有

$$X^{(4)} = L^4 X^{(0)} - (L^3 + L^2 + L + I) c$$

考虑 20 年后动物不灭绝，应有

$$X^{(4)} > 0$$

即有

$$(L^3 + L^2 + L + I) c < L^4 X^{(0)}$$

由于  $c$  是常数向量，简单求解不等式组，可取

$$c = [152 \ 152 \ 152]^T$$

这说明每五年农场平均向市场供应三个年龄段的动物各 152 头，在 20 年后农场各年龄段的动物不会绝种。

# 川渝烟草公司香烟质量建模研究报告

## 问题的提出

在对四川烟草公司的调研过程中，我们发现，对生产出来的香烟，质检员主要采用抽样调查的方法来检验某批次香烟的合格率。显然这种抽检方案的设计是考虑了产品数量庞大和香烟质量检验的破坏性这两方面因素，但是也存在两方面的不足：

(1) 由于抽样调查存在一定的误差，当检验出这批产品存在（或不存在）质量问题时，有多大把握肯定或否认这个结论；

(2) 如果发现某批次产品不合格，则需要进一步抽检该批产品，那么具体的二次抽样调查方案该如何设计？

本报告就是以四川烟草公司提供的实际数据为样本，具体对以上问题进行了建模分析。

## 模型的建立和结果

### 第一步：产品质量合格率的统计分析

我们根据一年中所有抽样结果作为对产品质量的评价依据，分为单指标和综合评分进行研究。具体过程是：研究指标或评分的分布情况、标准差和均值并求出合格率，最后根据每个月的情况，研究一年时间内，该指标合格率的变化情况。

我们以娇子精品为例，根据 2007 年 9 月——2008 年 5 月的质量指标数据，进行分析研究。通过非参数检验验证了其有 95% 以上的概率符合正态分布。因此，可以对近似服从正态分布的样本数据用重抽样方法进行分析。

然后，分别对各个指标（例如质量、圆周等）进行了合格率分析，并以娇子精品香烟为例，计算出各类香烟指标的合格率等等，如下所示：

项目	质量	圆周	吸阻	硬度	通风率
合格率	0.9923	0.9725	0.9993	0.8208	0.9479

最后我们还对一年中每个月的各项质量指标波动情况进行了详细分析，给出了波动情况图。

### 第二步：香烟抽样检验结果真实性的考察

我们根据抽样检验得到了产品的合格率。如果所得的结果达到了国家标准，那么反映出来的信息是该批次的产品合格，但是其合格的风险到底有多大，即检验的结果与真实情况可能吻合也可能不吻合，因此，检验是可能犯错误的。

接着我们引入假设检验的模型，将接受和拒绝该批次产品作为原假设和备选假设。因此，质量抽检的过程就是在检验产品是否合格。但是这种抽样检验可能会犯假设检验中常遇见的第一类和第二类错误，即“弃真”和“取伪”。因此，我们基于单正态总体的假设检验思想，利用随机模拟的方法，计算出了各类香烟

指标合格率犯第一类和第二类错误的概率，即

	质量	圆周	吸阻	硬度	通风率
第一类错误概率	0.0078	0.0276	0.0007	0.1792	0.10521
第二类错误概率	0.0059	0.00283	0.0086	0.1064	0.106253
样本容量	2550	2550	2550	2550	2430

同时计算出了香烟各项指标均值的95%置信水平的置信区间，例如骄子精品系列结果如下

	置信上限	置信下限
质量	0.9305	0.9286
圆周	24.4466	24.4407
吸阻	935.814	931.3743
硬度	70.5553	70.1647
通风率	21.6679	21.37

### 第三步：二次抽样方案的设计

在第一次抽样检验不合格后，需要对产品进行重复抽样。我们利用抽样调查容量与精度关系的数学模型，并结合随机模型，利用 MATLAB 软件，给出了检验精度与复查样本容量的函数关系式，并且列出了样本容量从 30 到 101 所对应的检验精度，进而利用 spss 软件画出函数图像，以方便读者参考。具体如下：

30	31	32	33	34	35	36	37
0.88285	0.884755	0.88657	0.888302	0.889957	0.89154	0.893057	0.894513
38	39	40	41	42	43	44	45
0.89591	0.897253	0.898545	0.89979	0.90099	0.902148	0.903267	0.904348
46	47	48	49	50	51	52	53
0.905393	0.906405	0.907385	0.908335	0.909256	0.91015	0.911018	0.911862
54	55	56	57	58	59	60	61
0.912682	0.913479	0.914255	0.915011	0.915747	0.916464	0.917163	0.917844
62	63	64	65	66	67	68	69
0.91851	0.919159	0.919793	0.920412	0.921018	0.921609	0.922188	0.922754
70	71	72	73	74	75	76	77
0.923308	0.92385	0.92438	0.9249	0.925409	0.925908	0.926397	0.926877
78	79	80	81	82	83	84	85
0.927347	0.927808	0.928261	0.928705	0.929141	0.929569	0.92999	0.930403
86	87	88	89	90	91	92	93
0.930809	0.931207	0.931599	0.931985	0.932364	0.932736	0.933103	0.933463
94	95	96	97	98	99	100	101
0.933818	0.934168	0.934511	0.93485	0.935183	0.935511	0.935834	0.936153

从上表中可知，随着样本量的增大，检验精度呈递增趋势。

## 总结

在实践调研中，对于抽取样本的随机性讨论，必须以每个班次、每个品牌在生产过程中任意抽取烟支作为样品以达到完全随机。但是，现行的取样方式不能

达到要求。如果考虑到操作过程的复杂程度以及安全性，我们认为现定的抽样方式能够达到抽取随即样本的要求。并且对于样本的独立性没有明显的不合理性，所以现行抽样方式基本可行。

为了使抽样过程更趋于合理，在尽量考虑减轻质检工作强度的情况下，我们建议采用分时间段抽取样本的策略。

现行的抽样方法是任意选取某时间点，抽取 10 盒烟为样本，但是取样很大程度表示这些样品时间选取间隔较短，这样对于整个生产过程的监测没有起到作用。同时，这些样品只能反映选定的某个时间产品的质量情况，不能反映整个生产过程。我们建议：以一个班次 8 小时生产时间为例，可以挑选 3~5 个时间点，使其比较恰当地分布在整个班次的生产过程。以 3 次为例，可以选取本次开始生产 1 小时内某时间的样品，中间时间 2~6 时内的产品和最后两小时某时间的产品等等。如此操作有更好的合理性，大大提高了样本反映实际生产的情况，因为机械在整个生产时间段精确程度不一样。

同时，我们的研究还存在如下不足：

- 1、在影响质量的诸多因素中，我们只考虑了 5 个因素，并且其相应的权重有一定主观性。但我们建立的模型有一定的移植性，可以根据自身实际利用本模型方法来操作。

- 2、本模型中所提供的程序还较粗糙，完成一个流程需几个步骤，所以只适合对少量数据进行处理。若对庞大的生产数据而言，处理时会出现数据溢出等问题，并且也增大了操作人员的工作量。此时可根据本模型的原理，组织专人进行程序的串接，完善工作。