

经济、管理类实验系列教程

经济分析实验教程
投资分析实验教程
金融业务综合实验教程
证券及衍生产品定价实验教程
保险实验教程
贸易管理实验教程
进出口贸易实验教程
税收征收管理实验教程
财税管理实验教程
公共管理实验教程
会计实验教程
企业会计实验教程
工商管理实验教程
电子商务实验教程
物流管理实验教程
市场营销与商品学实验教程
统计学实验教程
经济数学实验与建模
经济数据处理与优化模型实验教程
人力资源管理实验教程
商务网站构建与运营实验教程

主编/李柏年

经济数据处理与 优化模型实验教程

JINGJI SHUJU CHULIYU YOUHUAMOXING SHIYAN JIAOCHENG

高等代数实验
数值计算实验
运筹学实验
数学建模实验

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

经济、管理类实验系列教程

清华大学出版社

经济数据处理与优化 模型实验教程

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

清华大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

经济数据处理与优化模型实验教程/李柏年主编. —天津:天津大学出版社,2009.9

(经济、管理类实验系列教程)

ISBN 978-7-5618-3174-8

I. 经… II. 李… III. 计算机应用—经济管理—数据处理—高等学校—教材 IV. F224-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 150267 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 迁安万隆印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 169mm × 239mm
印 张 16
字 数 239 千
版 次 2009 年 9 月第 1 版
印 次 2009 年 9 月第 1 次
定 价 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请向我社发行部门联系调换。

版权所有 侵权必究

经济、管理类实验系列教程编写委员会

主 任：王建刚

副主任：胡帮胜

委 员：王晶晶 卢太平 任志安 任森春

李 庐 单学勇 邢孝兵 张焕明

胡旺盛 侯晋龙

前言

随着高等教育改革的不断深入,以“宽口径、厚基础、强能力、求创新”为取向,以“知识、能力、素质协调发展”为目标的高等教育改革大方向业已形成。转变教育教学思想观念,改革人才培养模式,着力加强学生实践能力和创新精神培养已成为新一轮高等教育教学改革的重点和难点。知识来源于实践,实践出真知。注重理论与实践的有机结合,着力培养高素质应用型高级专门人才是我国高等教育的基本任务之一。因此,从教学的基本形态看,理论教学与实践教学是构成高校教学活动的“两翼”,缺一不可,在人才培养过程中发挥着不可替代的重要作用。实验是实践的基本表现形式,实验教学是实践教学的重要内容,是培养学生实践能力和创新思维能力不可或缺的重要环节。长期以来,由于受传统文化思想的影响,“坐而论道”成为我国高等财经类专业教学的主要形态,重理论轻实践的倾向显在,从而对高校财经类实验室建设与实验教学产生抑制作用。随着现代信息技术的飞速发展,特别是在专业教学软件开发日益成熟的条件下,高校财经类实验室建设得到快速发展,实验教学活动由简到繁,从单一到多元,并逐步形成了验证性、模拟性、综合性及设计性等多层次的实验教学体系,实验教学手段日趋多样,实验教学内容日益丰富,实验教学质量得到大幅提升。

实验教学是学生将理论知识有效运用到社会实践的桥梁,是巩固、贯通、创新所学知识的重要手段。实验教学的理论基础来源于建构主义。建构主义学习理论是对传统学习理论的修正和拓展,并对现代教育教学理念的更新以及高等财经类专业教学模式的改革和创新产生积极的影响。建构主义理论强调在真实的情景中建构知识意义,即为学习者建构意义创造必要的学习环境和条件,让学习者步入真实的环境中去感受和体验,从而学会解决实际问题,提高学习者的动手能力和创新思维能力。实践证明,实验室成为创造这种学习环境和条件的最佳选择之一,尤其是在计算机和网络通信技术得到广泛应用的环境下,为高等财经类专业实验教学的发展提供了良好条件。然而,由于我国财经类高校开展实验教学的时间相对较短,实践经验相对不足,客观上还存在一些困惑和欠缺,这其中,因实验教材选用困难而导致“无书教学”现象长期存在,并在一定程度上影响了实验教学效果。

教材是体现教学内容和教学方法的载体,是进行教学的基本工具,是不断提高教学质量的根本保障。教材建设在高等教育教学过程中的作用是非常重要的,

是能否高质量完成各项教学任务的关键环节。实验教材是教师理论教学、科学研究和实践经验的结晶和升华,是深化教育教学改革,全面推进素质教育,培养创新型人才的重要保证。因此,重视和加强实验教材建设,对于提高实验教学质量,培养高素质专门人才具有十分重要的战略意义。基于此,从深化教育教学改革以及我校实验教学需求的目的出发,安徽财经大学经济、管理实验教学中心特组织一批具有较好学术造诣和丰富实践经验的中青年教师,编撰了“经济、管理类系列实验教材”。本系列教材是基于目前通用的实验教学软件,并结合经济、管理类专业实验教学的特点而编撰的。该系列教材的出版,既是安徽财经大学经济、管理实验教学中心长期教学实践经验的总结和探索,也是安徽省实验教学示范中心建设的重要成果。

本系列教材在编撰过程中,学习借鉴了国内外许多专家学者的有关研究成果,在此特向他们表示感谢!同时,本系列教材的出版,得到了学校领导、兄弟院校以及天津大学出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢!由于时间仓促以及水平局限,书中难免存有错漏之处,敬请各位同仁、专家和读者批评指正,以帮助我们通过修订不断完善。

经济、管理类实验系列教程编写委员会

2009年6月



目 录

第 1 章 高等代数实验	1
实验 1.1 多项式方程的求解	1
实验 1.2 矩阵与行列式的运算与应用	2
实验 1.3 线性方程组的理论与求解	9
实验 1.4 线性空间与线性变换	12
实验 1.5 欧几里德空间	17
实验 1.6 高等代数的应用模型	21
第 2 章 数值计算实验	29
实验 2.1 数值计算的误差分析与算法的稳定性	29
实验 2.2 一元非线性方程及线性方程组的解法	34
实验 2.3 插值与拟合	40
实验 2.4 数值积分与数值微分	47
实验 2.5 常微分方程的数值解法	50
第 3 章 运筹学实验	55
实验 3.1 用 LINGO 求解线性规划问题	55
实验 3.2 用 LINGO 求解运输问题与整数线性规划	61
实验 3.3 图论与网络优化问题求解	66
实验 3.4 非线性规划、动态规划与存储模型的求解	72
第 4 章 数学建模实验	77
实验 4.1 数学规划模型建模实验	77
实验 4.2 层次分析模型与随机存储模型实验	82
实验 4.3 统计回归模型建模实验	89
第 5 章 计量经济学实验	95
实验 5.1 EViews 软件的基本操作	95
实验 5.2 回归模型与异方差	102
实验 5.3 自相关性与多重共线性	114
实验 5.4 虚拟变量与滞后变量	121



实验 5.5 联立方程模型与邹氏转折点检验	129
第 6 章 数据分析实验	135
实验 6.1 数据统计量及其分布的检验	135
实验 6.2 非参数检验方法	141
实验 6.3 主成分分析与典型相关分析	147
实验 6.4 距离判别与 Bayes 判别分析	153
实验 6.5 谱系聚类与聚类效果分析	159
第 7 章 应用时间序列分析实验	163
实验 7.1 时间序列的分解与白噪声的模拟	163
实验 7.2 自回归模型分析	169
实验 7.3 滑动平均模型分析	176
实验 7.4 自回归与滑动平均模型分析	180
实验 7.5 $ARMA(p, q)$ 模型的建立	187
第 8 章 金融工程实验	192
实验 8.1 资金的时间价值	192
实验 8.2 资产组合计算	198
实验 8.3 固定收益证券	207
实验 8.4 期权交易策略	213
实验 8.5 期权定价	217
第 9 章 模糊数学实验	221
实验 9.1 利用 MATLAB 软件建立隶属度函数	221
实验 9.2 模糊判别分析	225
实验 9.3 模糊 C 均值聚类	229
实验 9.4 模糊综合评价	235
实验 9.5 模糊优化与应用	243
参考文献	246
后记	247



第1章

高等代数实验

实验 1.1 多项式方程的求解

1.1.1 实验目的

① 掌握多项式的和、差、积、商式、余式、最大公因式、因式分解等 MATLAB 语句。

② 加深对多项式的整除性、最大公因式、因式分解、多项式的重因式、多项式的根等概念的理解。

1.1.2 实验数据与内容

设 $f(x) = x^5 + 2x^4 - 3x^3 + x^2 - 2x + 4$, $g(x) = x^8 - x^6 + 3x^4 - x^2 - 2$,

$h(x) = x^4 + 2x^3 - x^2 - 4x - 2$, $l(x) = x^4 + 2x^3 - x^2 - 4x - 2$,

(1) 求 $f(x) \pm g(x)$, $f(x)g(x)$;

(2) 求被除式 $f(x)$ 与除式 $h(x)$ 的商式与余式;

(3) 对 $l(x)$ 进行因式分解;

(4) 求多项式 $l(x)$ 的根;

(5) 求 $g(x)$ 的导数及 $g(1)$, $g(3)$, $g(5)$ 的值;

(6) 求 $g(x)$ 与 $h(x)$ 的最大公因式。

1.1.3 实验指导

$h=f+g$

%求 $f(x) + g(x)$

$c=f-g$

%求 $f(x) - g(x)$

$j=\text{conv}(f,g)$

%求 $f(x)g(x)$

$[q,r]=\text{deconv}(f,g)$

%求出商式 $q(x)$ 及余式 $r(x)$



```
s=sym('x^4+2*x^3-x^2-4*x-2') %定义多项式  $x^4+2x^3-x^2-4x-2$ 
factor(s) %对  $x^4+2x^3-x^2-4x-2$  因式分解
g=polyder(f) %求导数
v=polyval(f,a) %对多项式估值
g1=roots(f) %求多项式的根
```

求多项式的最大公因式的方法如下。

首先建立一个 M 函数文件，其语句为：

```
function[m]=gcd(f,g)
m=maple('gcd',f,g) %f, g 必须输入为具体的多项式
```

比如 $g(x) = x^8 - x^6 + 3x^4 - x^2 - 2$, $h(x) = x^4 + 2x^3 - x^2 - 4x - 2$ 。

在语句窗口调用 gcd 函数：

```
syms x %定义参数 x
h=gcd(x^8-x^6+3*x^4-x^2-2, x^4+2*x^3-x^2-4*x-2)
```

按回车键，窗口显示：

```
h = x+1
```

说明： $(g(x), h(x)) = (x^8 - x^6 + 3x^4 - x^2 - 2, x^4 + 2x^3 - x^2 - 4x - 2) = x + 1$ 。

1.1.4 思考题

设 $f(x) = x^7 - 5x^6 + 4x^5 + x^3 - 2x^2 + x - 1$, $g(x) = x^5 - 3x^3 + 2x^2 - x + 1$,

- (1) 求 $g(x)$ 除 $f(x)$ 的商式 $q(x)$ 及余式 $r(x)$;
- (2) 判断 $g(x)$ 是否整除 $f(x)$; 求 $(f(x), g(x))$;
- (3) 对 $f(x)$ 因式分解; 判定 $f(x)$ 有无重因式;
- (4) 求多项式 $f(x)$ 的有理根; 求 $f(2)$, $f(3)$, $f(5)$ 的值。

实验 1.2 矩阵与行列式的运算与应用

1.2.1 实验目的

- ① 学习数据的输入及用 syms 语句定义变量再输入的两种方式。
- ② 掌握利用 MATLAB 软件计算 n 阶行列式的方法 (包括含参数的行列式)。
- ③ 熟悉 MATLAB 软件中关于矩阵运算的各种语句。
- ④ 掌握如何修改已知矩阵中的数据, 以及如何构建对应的行 (列) 子矩阵及扩展矩阵。



⑤ 掌握矩阵初等变换的每个步骤。

1.2.2 实验数据与内容

问题 1-1 求下列行列式的值:

$$(1) D = \begin{vmatrix} 3 & 1 & -1 & 2 \\ -5 & 1 & 3 & 4 \\ 2 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & -5 & 3 & -3 \end{vmatrix};$$

$$(2) D = \begin{vmatrix} 3a & a & -a & 2a \\ -5a & a & 3a & 4a \\ 2a & 0 & a & -a \\ a & -5a & 3a & -3a \end{vmatrix}.$$

$$\text{问题 1-2 求解方程 } f(x) = \begin{vmatrix} 1+x & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2+x & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3+x & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4+x \end{vmatrix} = 0.$$

问题 1-3 计算 5 阶范德蒙行列式, 其中 $x_1=2$, $x_2=4$, $x_3=6$, $x_4=8$, $x_5=10$ 。

$$\text{问题 1-4 设 } A = \begin{pmatrix} 4 & 5 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 7 & 3 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 3 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 3 \\ 2 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 5 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 8 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

求 (1) 矩阵 A 每列的最大元素;

(2) 矩阵 A 每列的最小元素;

(3) 求矩阵 A 列元素的积;

(4) 求矩阵 A 列元素的和;

(5) 求列元素的累计和;

(6) 求列元素的累计积;

(7) 按升序对元素进行排序;

(8) 计算 $|B|$, AB , B^{-1} , $2A+3B$, $r(A)$, $A^T B$, A^{100} , AB^{-1} , $B^{-1}A$ 。





1.2.3 实验指导

1. 行列式的计算在 MATLAB 中的实现

- ① 输入矩阵 A (包括直接输入和先用 `syms` 语句定义变量再输入两种方式)。
- ② 计算行列式 $D = \det A$ 。
- ③ 计算范德蒙行列式。
- ④ 多项式的插值 (范德蒙行列式的应用)。

2. 矩阵的数据处理在 MATLAB 中的实现

(1) 矩阵的操作。

矩阵操作相关语句及其说明如表 1-1 所示。

表 1-1 矩阵操作相关语句

语 句	说 明	语 句	说 明
<code>diag (A)</code>	以矩阵 A 对角线上的元素构成列向量	<code>flipud (A)</code>	将矩阵 A 上下翻转
<code>diag (X)</code>	由向量 X 的元素为对角线的对角矩阵	<code>fliplr (A)</code>	将矩阵 A 左右翻转
<code>triu (A)</code>	由 A 的上三角元素构成的上三角矩阵	<code>rot90 (A)</code>	将矩阵 A 逆时针旋转 90°
<code>tril (A)</code>	由 A 的下三角元素构成的下三角矩阵	<code>size (A)</code>	矩阵 A 的行数与列数
<code>trice (A)</code>	矩阵 A 的迹	<code>inv (A)</code>	矩阵 A 的逆矩阵
<code>rank (A)</code>	矩阵 A 的秩	<code>eye (size (A))</code>	生成与 A 同阶的单位矩阵
<code>eye (n)</code>	生成 n 阶单位矩阵	<code>zeros (m, n)</code>	生成 $m \times n$ 阶元素为 0 的矩阵

(2) 矩阵元素的操作。

- ① 分块矩阵。先输入矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, $B = (b_{ij})_{n \times m}$, $C = (c_{ij})_{m \times n}$, $D = (d_{ij})_{m \times m}$, 生成分块矩阵 F 的语句为:

$F = [A \ B; C \ D]$

生成分块对角矩阵 G 的语句为:

$G = [A \ \text{zeros}(n, m); \text{zeros}(m, n) \ D]$

- ② 删除矩阵 A 的某行元素。例如删除 A 的第 5 行, 其语句为:

$A(5, :) = []$

- ③ 删除矩阵 A 的某列元素。例如删除 A 的第 3 列, 其语句为:

$A(:, 3) = []$

注意: 使用上述语句后, 得到的矩阵 A 已经不是原矩阵 A 了, 如果要保留原矩阵 A , 先将 A 转换为 B , 然后删除 A 的第 3 列后得到新矩阵 A 。其语句为:

$B = A, A(:, 3) = []$

- ④ 改变矩阵 A 的某个元素。例如改变矩阵 A 的第 3 行第 4 列的元素, 并重



新赋值为2。其语句为:

$A(3,4)=2$

⑤ 扩充矩阵。将 5×6 矩阵扩充成 6×6 矩阵, 扩充在最后一行, 其语句为:

$A(6,1)=-2$

此时产生一个 6×6 矩阵 B , B 的前5行是矩阵 A , 第6行的第1个元素为-2, 其余元素自动赋值为0。

⑥ 用一个行(列)向量替换矩阵 A 的某行(列)。例如用行(列)向量 $X(Y)$ 替换 A 的第4行(第5列)的元素。其语句为:

$A(4,:)=X$ ($A(:,5)=Y$)

⑦ 选择矩阵 A 的部分行(列), 构成新的矩阵 B 。例如选择 A 第2、3、4行(列)的元素, 生成矩阵 B 。其语句为:

$B=A([2,3,4],:)$ ($B=A(:,[2,3,4])$)

⑧ 选择矩阵 A 的子矩阵。例如选择 A 第2、3、4行, 第1、3、5列交叉处的元素生成子矩阵 A_1 。其语句为:

$A_1=A([2,3,4],[1,3,5])$

⑨ 将矩阵 A 的第 i 行与第 j 列的元素互换, 其语句为:

$A([i,j],:)=A([j,i],:)$

⑩ 用非零常数 c 乘矩阵 A 的第 i 行, 其语句为:

$A(i,:)=c*A(i,:)$

⑪ 把矩阵 A 的第 j 行的 k 倍加到第 i 行上, 其语句为:

$A(i,:)=A(i,:)+k*A(j,:)$

(3) 矩阵的数据操作命令, 相关语句及其说明如表 1-2 所示。

表 1-2 矩阵的数据操作命令语句

语 句	说 明	语 句	说 明
$\max(A)$	求矩阵 A 每列的最大元素	$\text{prod}(A)$	求矩阵 A 列元素的积
$\min(A)$	求矩阵 A 每列的最小元素	cumsum	求列元素的累计和
$\text{mean}(A)$	求矩阵 A 每列元素的平均值	cumprod	求列元素的累计积
$\text{std}(A)$	求矩阵 A 元素的标准差	sort	按升序排列矩阵的各列
$\text{sum}(A)$	求矩阵 A 列元素的和		

(4) 矩阵的运算:

$A+B$ (加), $A-B$ (减), $A*B$ (乘), $3*A$ (数乘), $A.$ (点乘), $*B$, A' (转置), $\text{inv}(A)=A^{-1}$ (逆矩阵), A^n (方幂), $A/B=AB^{-1}$ (右除), $A \setminus B=B^{-1}A$ (左除)。

(5) 多项式的插值问题 (范德蒙行列式的应用)。



在实际中会遇到这样的问题, 需要一个函数 $y=f(x)$ 的表达式, 但由于问题的复杂性, 往往无法写出具体的表达式, 这就需要通过实验得到函数在一些不同点 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的函数值 $y_1, y_2, \dots, y_n$, 寻求一个近似函数 $L(x)$ 来替代函数 $f(x)$, 并且满足

$$L(x_i) = y_i \quad (i=1, 2, \dots, n).$$

这类问题称为插值问题。

设 $L(x)$ 是一个多项式函数, $L(x)=a_1+a_2x+a_3x^2+\dots+a_nx^{n-1}$, 其中 $a_1, a_2, \dots, a_n$ 为待定系数, 将实验得到的数据代入, 得到一个关于 $a_1, a_2, \dots, a_n$ 为未知量的线性方程组

$$\begin{cases} a_1 + a_2x_1 + a_3x_1^2 + \dots + a_nx_1^{n-1} = y_1, \\ a_1 + a_2x_2 + a_3x_2^2 + \dots + a_nx_2^{n-1} = y_2, \\ \dots \\ a_1 + a_2x_n + a_3x_n^2 + \dots + a_nx_n^{n-1} = y_n. \end{cases}$$

其系数矩阵是一个范德蒙行列式 $D = \begin{vmatrix} 1 & x_1 & \dots & x_1^{n-1} \\ 1 & x_2 & \dots & x_2^{n-1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_n & \dots & x_n^{n-1} \end{vmatrix} = \prod_{1 \leq i < j \leq n} (x_j - x_i) \neq 0,$

由克莱姆法则, 求出系数 $a_1, a_2, \dots, a_n$, 得到 $L(x)=a_1+a_2x+a_3x^2+\dots+a_nx^{n-1}$ 。

问题 1-1 指导 MATLAB 程序:

```
syms a %syms 语句定义变量 a
A=[3*a, a, -a, 2*a; -5*a, a, 3*a, 4*a; 2*a, 0, a, -a; a, -5*a, 3*a, -3*a]
%输入矩阵 A
```

```
D=det(A) %计算行列式|A|
```

```
B=subs(D, a, 3) %赋值 a=3, 计算 D 的值
```

问题 1-3 指导 MATLAB 程序:

```
c=2:2:10 %输入 x1=2, x2=4, x3=6, x4=8, x5=10
% (初始数为 2, 步长为 2, 结束数为 10)
a=vander(c) %由向量 c 生成范德蒙矩阵
a1=fliplr(a) %将 a 作左右翻转 (这里翻转是为了与范德蒙行
%列式的定义一致)
b=det(a1) %计算范德蒙行列式
```



1.2.4 思考题

(1) 计算 12 阶行列式 $\begin{vmatrix} x & a & \cdots & a \\ -a & x & \cdots & a \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ -a & -a & \cdots & x \end{vmatrix}$, 并赋值 $x=2, 4, -1$; $a=0, 2, 4$ 时,

求行列式的值。

(2) 计算 10 阶行列式 $\begin{vmatrix} a+b & b & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ a & a+b & b & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & a & a+b & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & a+b & b \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & a & a+b \end{vmatrix}$ 的值。

(3) 计算由 1, 2, 3, -1, 4, 2 生成的范德蒙行列式的值。

(4) 设 9 次多项式 $f(x)$ 满足 $f(a_i)=b_i$, 其中 a_i 分别为 1, 1.5, -2, 4, -1.5, 2, 3, 9, 11, 0; b_i 分别为 100, 250, 312, 483, -25, -75, -270, 98, 110, 4; 证明: 多项式 $f(x)$ 唯一确定, 并求出多项式 $f(x)$ 。

(5) ①若 $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 & 9 & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 4 & 2 & 1 \\ 8 & 1 & -3 & -4 & 2 \\ 9 & -2 & -3 & 1 & 7 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 0 & 9 & 1 & 6 \\ -3 & 2 & 5 & 10 \\ 7 & -4 & -5 & -1 \\ 4 & 3 & 1 & 9 \end{pmatrix}$, 求 $\begin{pmatrix} O & A \\ B & O \end{pmatrix}^{-1}$;

② 将 A 的第 3 行换成 $a=(3 \ 2 \ 1 \ 5 \ 6)$, 构成矩阵 A_1 , 将 B 增加一行 $b=(-1 \ 2 \ -4 \ 1 \ 3)$, 构成矩阵 B_1 , 计算 $A_1 B_1$;

③ 删去 $\begin{pmatrix} O & A \\ B & O \end{pmatrix}$ 的第 5 行第 5 列的元素后得到矩阵 C , 计算 $|C|$;

④ 在 A 中取第 1、3、4、5 行 2、3、4、5 列交叉位置上的元素构成子矩阵 B_2 , 计算 $B_2 + B$, $B B_2$, $r(B_2)$;

⑤ 互换矩阵 A 的第 3、5 行的元素得到新矩阵 A_3 , 计算 $|A_3|$;

⑥ 对矩阵 B 进行三种不同类型的初等列变换, 其结果与你手工计算是否相同?

(6) 某石油公司有 5 个炼油厂, 每个炼油厂都生产 5 种石油产品: 汽油、柴油、煤油、机油、液态石油气, 已知从 1 桶原油中, 第一个工厂生产出汽油、柴油、煤油、机油、液态石油气分别是 30 升、24 升、18 升、12 升、9 升; 第二个工厂生产



出汽油、柴油、煤油、机油、液态石油气分别是 28 升、25 升、20 升、10 升、9 升；第三个工厂生产出汽油、柴油、煤油、机油、液态石油气分别是 31 升、23 升、19 升、11 升、10 升；第四个工厂生产出汽油、柴油、煤油、机油、液态石油气分别是 29 升、22 升、17 升、13 升、8 升；第五个工厂生产出汽油、柴油、煤油、机油、液态石油气分别是 27 升、26 升、20 升、13 升、10 升，现需要 104 620 升汽油，88 010 升柴油，68 660 升煤油，43 240 升机油，33 690 升液态石油气，本着节约资源与提高效益的原则，问给这 5 个工厂各安排多少桶原油来生产恰好满足这一需要？

(7) 南水北调中线工程建成后，预计 2010 年的调水量为 110 亿立方米，主要用来改善经过京、津、冀、豫四省市沿线 20 个大中城市的用水。用水指标的分配原则是：改善城市环境、促进经济发展、提高用水效益和人民生活水平。生活用水、工业用水和综合服务业用水的分配比例分别为 40%，38% 和 22%。表 1-3 给出 2000 年各城市基本状况的统计数据，可以看出，各城市的人口数量差异很大，各城市的生活、工业和综合服务业的用水情况不同，相同的供水量所产生的经济效益也不同。请将所有的数据构成一个矩阵 A 。

表 1-3 2000 年各城市基本状况的统计数据

城市 序号	城市人口		工业产值		综合服务业产值		人均生 活用水 量(立 方米)	万元工 业增加 值用水 量(立方 米)	万元综 合服务 业用水 量(立方 米)
	总数 (万人)	年自然 增长率 (%)	增加值 (亿元)	年增长 率(%)	人均产值 (万元)	年增长 率(%)			
1	1285	2.04	737	11.1	1.16	13.2	160	143	354
2	682	3.03	739	11.7	0.83	12.2	140	72	209
3	56	9.15	193	10.0	0.30	10.0	180	102	245
4	87	5.90	268	12.5	0.23	12.1	360	96	325
5	46	5.87	480	9.8	0.22	8.6	315	110	185
6	78	6.12	256	7.6	0.20	7.6	318	120	178
7	218	5.41	464	10.2	0.44	11.8	235	86	267
8	52	4.50	189	10.9	0.15	12.0	315	131	165
9	81	3.69	721	10.0	0.22	11.4	320	126	230
10	83	6.61	110	6.9	0.16	11.7	310	186	320
11	42	8.00	36	9.6	0.18	12.3	320	210	220
12	41	6.10	97	8.7	0.14	13.5	352	170	174
13	72	6.01	104	10.3	0.22	8.9	280	205	160
14	128	6.92	67	8.0	0.18	9.4	310	180	250
15	220	5.12	310	12.9	0.53	10.2	220	88	164
16	78	6.56	72	11.1	0.17	9.2	320	210	180
17	90	6.61	114	8.8	0.18	8.4	310	189	155
18	32	6.44	106	10.0	0.12	11.3	340	210	165
19	58	4.60	83	9.0	0.15	10.3	280	200	148
20	121	5.90	211	10.4	0.13	8.8	320	180	202

- ① 在矩阵 A 中, 找出 20 个城市的人口数构成一个矩阵 B ;
 - ② 在矩阵 A 中, 寻找出第 10 个城市的各个数据, 并构成矩阵 C ;
 - ③ 在矩阵 A 中, 去掉第 4, 6, 15 个城市的数据, 构成矩阵 D ;
 - ④ 现有第 21 个城市的数据为 75, 6.2, 70, 10, 0.15, 8.9, 300, 220, 190, 把它放入矩阵 A 的最后一行, 构成矩阵 A_1 ;
 - ⑤ 计算 20 个城市总人口数, 找出 20 个城市人口年自然增长率最大的城市;
 - ⑥ 计算 21 个城市总的生活用水量;
 - ⑦ 计算 21 个城市总的用水量。
- 通过这些数据的计算, 你有哪些思考?

实验 1.3 线性方程组的理论与求解

1.3.1 实验目的

- ① 通过对矩阵进行各种初等变换来研究向量的线性关系。
- ② 掌握由对线性方程组的增广矩阵化成行简化阶梯形矩阵求出线性方程组的通解的方法。
- ③ 掌握求齐次线性方程组的基础解系的方法。

1.3.2 实验数据与内容

问题 1-5 设向量组 $\alpha_1=(1, 2, 0, 1)^T$, $\alpha_2=(1, -1, 3, -3)^T$,
 $\alpha_3=(2, 7, -3, 6)^T$, $\alpha_4=(1, 0, 2, 1)^T$,
 $\alpha_5=(3, 1, 5, -1)^T$,

(1) 求 $r(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5)$;

(2) 判定 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ 的线性关系;

(3) 求 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ 的一个极大线性无关组, 且其余向量由极大线性无关组线性表示。

问题 1-6 已知线性方程组

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 - 5x_3 + 7x_4 + 4x_5 - 6x_6 + x_7 = 3, \\ 2x_1 - 3x_2 + 3x_3 - 2x_4 + x_5 + x_6 - 3x_7 = 2, \\ 4x_1 + 11x_2 - 13x_3 + 16x_4 + 5x_5 - 3x_6 + 5x_7 = 1, \\ 7x_1 + 15x_2 - 18x_3 + 23x_4 + 9x_5 - 9x_6 + 6x_7 = 4, \\ x_1 + 7x_2 - 8x_3 + 9x_4 + 3x_5 - 7x_6 + 4x_7 = 2, \\ 2x_1 - 3x_2 - 3x_3 - 2x_4 + 3x_5 - 9x_6 - 3x_7 = 4, \end{cases}$$