

高等院校“十二五”规划教材

高等数学实验 与社会工作分析

GAODENG SHUXUE SHIYAN
YU SHEHUI GONGZUO FENXI

主编 刘亚轻 铁军 纵封磊



国防工业出版社
National Defense Industry Press

高等数学实验与社会 工作分析

主 编	刘亚轻	铁 军	纵封磊
副主编	袁 璞	吕大昭	于文广
	毛 利	程旭华	刘 林
主 审	吴国蔚	徐浩渊	郑 莹

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书在内容的安排上强调高等数学、线性代数和概率论与数理统计在专业课程中的应用,以应用为主导,全书贯穿我国著名教育家林炎志先生提出的“四线四点”,即“哲学线、历史线、逻辑线、价值线和记忆点、理解点、实用点、工艺点”的教育思想,主要内容包括绪论、图形绘制、统计数据特征、函数导数与微积分、概率分布、参数估计、假设检验、方差分析、非参数检验、回归分析、主成分因子分析、聚类分析共12章。本书在内容的叙述上讲清原理与有关数学背景,并结合社会工作相关实例进行介绍,理论与实际问题相联系,使读者容易理解与接受。

本书内容新颖,讲解过程循序渐进,深入浅出。通过《高等数学实验与社会工作分析》的学习,能使读者较熟练地使用 Matlab 软件解决社会工作中遇到的实际应用和计算问题,并学会运用所学知识建立数学模型,解决一些综合性问题的方法。

本书可作为高等院校人文社科类、经管类各专业本科生的高等数学教材和专业选修课教材,也可作为文科类学生进行课程设计、毕业设计和撰写毕业论文的指定参考书。

图书在版编目(CIP)数据

高等数学实验与社会工作分析 / 刘亚轻, 铁军, 纵封磊主编. —北京: 国防工业出版社, 2012. 8
ISBN 978 - 7 - 118 - 08320 - 0

I. ①高... II. ①刘... ②铁... ③纵... III. ①高等数学—实验—高等学校—教学参考资料②社会工作—高等学校—教学参考资料 IV. ①O13-33②C916

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 179922 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 11¼ 字数 251 千字

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

高等数学实验在我国高校的理工及管理类专业是一门重要的课程,不仅在于它们在各个领域的广泛应用,而且在培育全面人才方面也是不可或缺的。随着计算机应用的发展,社会工作、公共事业等偏向文科专业的师生遇到的一些实际问题同样需要数学软件来处理。本书编者结合人文社科类专业的实际课题,量身定做了《高等数学实验与社会工作分析》。全书贯穿我国著名教育家林炎志先生提出的“四线四点”,即“哲学线、历史线、逻辑线、价值线和记忆点、理解点、实用点、工艺点”的教育思想。

课程“四线”如下。

(1) 历史线。Matlab 起源于矩阵实验室。

(2) 价值线。通过本课程的学习,可借助数学软件在计算机上验证学习过的数学理论、进行微积分符号运算、绘制函数图形;对应用问题可建立数学模型并进行数值计算。

(3) 哲学线。哲学是一种方法论,也是对具体内容符合规律地进行指导。该门课程自始至终充分体现了马克思主义辩证唯物主义等哲学观点。

(4) 逻辑线。本课程以 Matlab 为主线贯穿始终。

课程“四点”如下。

(1) 记忆点和理解点。作为一门课程有其特殊的需要记忆与理解的知识点和理论知识,如各种 Matlab 命令和求解、编程步骤等都属于需要记忆和理解的知识点。

(2) 实用点。借助数学软件在计算机上验证学习过的数学理论、进行微积分符号运算、绘制函数图形;对应用问题可建立数学模型并进行数值计算。

(3) 工艺点。培养学生数学建模的能力。

在内容上,本书包含绪论、高等数学理论和社会调查相关的实验。首先体现微积分初步知识的衔接,包括一元函数、导数和微积分等内容,再者要掌握线性代数中向量、矩阵的内容,以及概率统计中的概率分布、参数估计、假设检验、方差分析、线性回归等内容,强调数学在专业课程中的应用,以应用为主导,弱化理论推导和繁琐的计算。

本书突出统计学在专业课程中的应用,最终目标是:使学生学会定量分析,学会用图形表征大量枯燥的数据;使学生了解自然科学和社会科学是互相促进的,培养学生逻辑思维能力、空间想象能力、发现和解决问题的创造性思维,透过数据看本质,找出规律性的东西;结合人文社科系专业建设和学生课程论文、社会调查的题目、社会工作的实际课题,编写具有自主知识产权的 Matlab 教学案例。

数学实验方面,本书采用 Matlab 软件取决于其具有十分突出的优点。第一,数学简

捷。数学内容的 Matlab 书写与通常的书面数学书写格式基本一致,很容易让使用者接受。Matlab 命令与其英文单词很接近,不仅使用了命令,也熟悉了英文单词,一举两得。第二,内容丰富。不论是高等院校数学师生,还是工程技术人员,在系统中都能找到比较满意的解决方案。第三,功能强大。Matlab 不仅能求解一般数学问题,对于某些有一定难度的数学问题也能找到相应的答案。第四,直观生动。Matlab 具有较强的绘图功能,使用简单方便,可以充分给出几何直观的描述,使读者对问题做到生动直观的理解。

本书着重在理解数学原理的基础上应用数学软件 Matlab 解决实际问题,在内容的组织与编排上重视数学内容必要的系统性和连贯性,注意它们之间的逻辑关系,以便于读者的学习和使用。通过《高等数学实验与社会工作分析》的学习,能使读者较熟练地使用 Matlab 软件解决社会工作中遇到的实际应用和计算问题,并学会运用所学知识建立数学模型,解决一些综合性问题的方法。

本书由吴国蔚、徐浩渊和郑莹主审,铁军定稿,参加本书编写工作的有刘亚轻、铁军、纵封磊、袁瑛、程旭华、刘林、毛利、于文广和吕大昭等,郑艳兵、刘达青、陈龙滨、高明平、戴金滨、杨祥鹏、项永明、王文雅、隋晏等也参与了本书的部分编写和校对工作。

国防工业出版社、北京工业大学和我国著名教育家林炎志和王晓文先生对本书的编写和出版给予了热忱的关心和支持,谨在此表示由衷的感谢。

限于编者学识和阅历水平所限,书中不当和疏漏之处在所难免,敬请有关专家与读者批评指正。

编 者

2012 年 3 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数学实验在社会工作中的作用	1
1.2 Matlab 基础	1
1.2.1 Matlab 软件的启动	1
1.2.2 Matlab 常用命令、符号	2
1.2.3 向量与矩阵	4
1.2.4 求和与求积	9
1.2.5 Matlab 文件	9
1.2.6 符号运算	10
1.2.7 Matlab 帮助系统	11
实验练习	11
第 2 章 统计图	13
2.1 曲线图	13
2.2 条形图(柱状图)	20
2.3 直方图	22
2.4 火柴杆图	23
2.5 饼图(扇形图)	24
实验练习	26
第 3 章 统计分布的数值特征	27
3.1 集中量数	27
3.1.1 众数	27
3.1.2 中数	28
3.1.3 算术平均数	29
3.1.4 加权平均数	30
3.1.5 调和平均数	31
3.1.6 几何平均数	32
3.2 差异量数	34
3.2.1 全距	34
3.2.2 百分位差	34

3.2.3	箱线图	36
3.2.4	平均差	38
3.2.5	方差与标准差	38
3.2.6	总标准差的合成	40
3.2.7	差异系数	41
3.2.8	标准分数	42
3.3	相关系数	43
实验练习		45
第4章	函数、导数与积分	47
4.1	函数	47
4.1.1	函数值的计算	47
4.1.2	多项式的计算	47
4.2	导数	50
4.2.1	定义	50
4.2.2	常见的几种函数的导数公式	50
4.2.3	Matlab 命令	50
4.3	积分	52
4.3.1	定义	52
4.3.2	常用函数的积分公式	52
4.3.3	Matlab 命令	53
4.4	程序设计	55
实验练习		57
第5章	概率分布	59
5.1	概率的基本知识	59
5.1.1	概率的性质	59
5.1.2	随机变量与分布函数	60
5.1.3	期望与方差	61
5.2	常用的离散型分布	63
5.2.1	二项分布	63
5.2.2	泊松分布(Poisson Distribution)	64
5.3	正态分布	64
5.3.1	正态分布	64
5.3.2	正态分布的抽样分布	65
5.3.3	样本 k 阶矩	65
5.3.4	检验是否为正态分布	66
5.4	其他连续型分布	67
5.4.1	均匀分布(Uniform Distribution)	67

5.4.2 指数分布 (Exponential Distribution)	68
5.4.3 Γ 分布	68
5.4.4 β 分布	68
5.4.5 χ^2 分布	69
5.4.6 t 分布	70
5.4.7 F 分布	71
5.5 Matlab 命令	72
实验练习	76
第6章 参数估计	77
6.1 点估计	77
6.1.1 矩估计	77
6.1.2 极大似然估计	78
6.2 区间估计	80
6.3 Matlab 命令	84
实验练习	88
第7章 假设检验	90
7.1 假设检验的原理	90
7.1.1 假设	90
7.1.2 假设检验	91
7.2 平均数的显著性检验	92
7.3 方差的差异检验	100
实验练习	104
第8章 方差分析	106
8.1 单因素方差分析	106
8.2 双因素方差分析	111
实验练习	118
第9章 非参数检验	120
9.1 秩和检验	120
9.2 符号检验	122
9.3 符号秩检验	125
9.4 Kruskal – Wallis 检验	127
9.5 分布拟合检验	130
实验练习	134

第 10 章 回归分析	136
10.1 一元回归分析	136
10.2 多元回归分析	140
10.3 Matlab 命令	143
10.4 非线性回归分析	149
实验练习	153
第 11 章 主成分因子分析	155
11.1 主成分分析原理	155
11.2 Matlab 命令	156
实验练习	159
第 12 章 聚类分析	160
12.1 聚类分析概念与原理	160
12.2 Matlab 命令	165
实验练习	169
参考文献	170

第 1 章 绪 论

1.1 数学实验在社会工作中的作用

社会工作遵循助人自助的价值理念,运用个案、小组、社区、行政等专业方法,以帮助个体、家庭与机构发挥自身潜能,协调社会关系,解决和预防社会问题,促进社会公平、公正与和谐。随着现代社会的发展,社会工作已成为一种得到普遍认同的创造和谐社区环境、提高人们生活质量不可或缺的专业和职业。在进行科学研究中,经常会接触大量具有随机性质的数字材料。如何整理这些数据材料,充分利用其所提供的信息,探索其中的规律,得出科学的结论,这是摆在社会工作者面前的一个重要问题。

高等数学实验旨在提高研究者对数学的应用意识,应用计算机技术去认识和解决实际问题。它不同于传统的数学学习方式,强调以动手操作为主。由于计算机的引入和数学软件包的应用,为数学的思想与方法注入了更多、更广泛的内容,使研究者摆脱了繁重的、乏味的数学演算和数值计算,促进了数学同社会学科之间的结合,从而使研究者得出更科学、更有价值的结论。

1.2 Matlab 基 础

1.2.1 Matlab 软件的启动

启动 Matlab 以后,就进入 Matlab 的桌面。图 1-1 为 Matlab7.0 的默认桌面。第一行

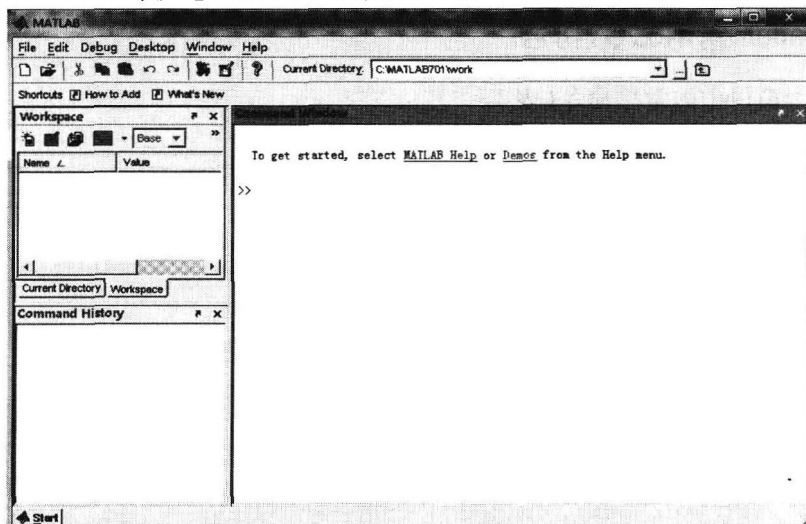


图 1-1

为菜单行,第二行为工具栏。下面是三个最常用窗口:右边最大的是指令窗口(Command Window),左上方前台为工作空间(Workspace),后台为当前目录(Current Directory),左下方为指令历史(Command History),左下角还有一个开始(Start)按钮,用于快速启动演示(Demo)、帮助(Help)和桌面工具。

(1) 窗口(表 1-1)。

表 1-1

窗 口	功 能
指令窗口 (Command Window)	Matlab 进行操作的主要窗口,窗口中的 >> 为指令窗口输入的提示符,其后输入指令,按回车键(Enter) 就执行运算,并输出运算结果
工作空间 (Workspace)	列出内存中 Matlab 工作空间的所有变量的变量名(Name)、值(Value)、尺寸(Size)、字节数(Bytes)和类型(Class)
当前目录 (Current Directory)	用鼠标单击可以切换到前台,看到该窗口列出当前目录的程序文件(.m)和数据文件(.mat)
指令历史 (Command History)	窗口列出在指令窗口执行过的 Matlab 指令行的记录

(2) 菜单和工具栏(表 1-2)。

表 1-2

菜单/工具栏	使用 说明
File: New - file	新建 M 文件
File: Import	导入数据文件(Mat 文件)
File: Save workspace as	将工作空间所有变量和数据保存为数据 Mat 文件
File: Set path	设置 Matlab 文件搜索路径
File: Preference	设置 Matlab 选项,如数据显示格式、字体等
Desktop: Desktop Layout	窗口布局选择,一般使用默认(Default)
Current Directory	设置 Matlab 当前目录

1.2.2 Matlab 常用命令、符号

(1) 命令窗口中的常用命令(表 1-3)。

表 1-3

命 令	含 义
Clf	清除图形窗口
clc	清空命令窗口中显示的内容
clear	清除 Matlab 工作内存中的变量
Who	清除 Matlab 工作内存中驻留的变量名清单
Whos	清除 Matlab 工作内存中驻留的变量名清单及其属性
Help	帮助命令
Edit	打开 M 文件编辑器
↑(↓)	向前(后)调出输入过的命令
Taylortool	打开可视化函数图形器,观察不同次的泰勒多项式逼近函数的状态

(2) 变量名的命名规则。变量名必须是以字母开头的字母、数字、下划线的组合,最多 31 个字符。变量名中不包含空格和标点符号、加减号。区分大小写,如 `matrix` 和 `Matrix` 是两个不同的变量。

变量赋值用“=”(等于号)。

一些特殊的变量如表 1-4 所列。

表 1-4

变 量	含 义	变 量	含 义
ans	用于结果的默认变量名	eps	计算机的最小数
i,j	虚数单位	inf	无穷大
pi	圆周率	nan	不定量

(3) 运算符(表 1-5 和表 1-6)。

表 1-5

符号	功能	实例	符号	功能	实例
+	加法	1+2	/ \	除法	1/2=0.5,1\2=2
-	减法	1-2	^	乘方	2^3
*	乘法	1*2			

表 1-6

运算符	含 义	运算符	含 义
==	相等	>=	大于等于
~=	不等	&	与
<	小于		或
>	大于	~	非
<=	小于等于		

(4) 命令行中的特殊符号(表 1-7)。

表 1-7

名称	符号	含 义
等号	=	赋值
空格		输入量与输入量之间的分隔符;数组元素分隔符
逗号	,	输入量与输入量之间的分隔符;数组元素分隔符
句号	.	数值运算中的小数点;结构域的存取
分号	;	不显示计算结果命令的结尾标志;数组行与行之间的分隔符
冒号	:	生成一维数值数组; 单下标索引时,表示全部元素构成的长列; 多下标索引时,表示所在维上的全部元素
注释号	%	在它后面的文字、命令等不被执行,用于注释
单引号对	"	字符串标记符

(续)

名称	符号	含 义
单撇号	'	矩阵转置
方括号	[]	输入数组标记符
圆括号	()	用于紧随函数名后;用于运算式中的结合与次序
续行号	...	用于长表达式的续行

(5) 常用函数表(表 1-8)。

表 1-8

函数名	函数功能	函数名	函数功能	函数名	函数功能
sin	正弦	asin	反正弦	log10	以 10 为底
cos	余弦	acos	反余弦	log2	以 2 为底
tan	正切	atan	反正切	round	四舍五入
cot	余切	acot	反余切	sign	符号函数
sec	正割	exp	指数以 e 为底	sqrt	平方根
csc	余割	log	自然对数以 e 为底	abs	绝对值、模

1.2.3 向量与矩阵

矩阵是由 $m \times n$ 个数排成的 m 行 n 列的数表,为表示它是一个整体,总是加一个括弧,用字母表示,记作

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

矩阵中每个元素有两个角标,第一个角标代表所在的行,第二个角标代表所在的列。

只有一行的矩阵 $A = (a_1 \ a_2 \ \cdots \ a_n)$ 称为行矩阵,又称行向量(元素之间可以用逗号

或空格隔开)。只有一列的矩阵 $B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}$ 称为列矩阵或列向量。行向量与列向量统称向量。

例 1 甲乙丙三人参加语文、数学、英语三科考试,甲的分数为 80、96、63,乙的分数为 91、73、86,丙的分数为 76、79、90,将以上数据应用矩阵表示为

$$A = \begin{pmatrix} 80 & 96 & 63 \\ 91 & 73 & 86 \\ 76 & 79 & 90 \end{pmatrix}$$

第一行是甲三科考试的分数,第二行是乙三科考试的分数,第三行是丙三科考试的分数。

(1) 向量的生成。

① 显示元素列表输入。

例如,输入指令:

`>> a = [1 3 9 10 15 16]` %采用空格和逗号分隔构成行向量

回车得到

`a =`

1 3 9 10 15 16

输入指令:

`>> b = [1; 3; 9; 10; 15; 16]` %采用分号隔开构成列向量

回车得到

`b =`

1

3

9

10

15

16

② 冒号生成输入。

例如,输入指令:

`>> x = 1:2:9`

%初值=1,终值=9,步长=2

回车得到

`x =`

1 3 5 7 9

输入指令:

`>> z = 1:5`

回车得到

%初值=1,终值=5,默认步长=1

`z =`

1 2 3 4 5

③ 常量线性分隔输入法。

一般格式: `x = linspace(a, b, n)`

%a、b 分别是生成数组的第一个与最后一个元素;n 是分隔的总间隔数。与指令 `x = a(b - a)/(n - 1):b` 等效

例如,输入指令:

`>> x = linspace(1, 9, 5)`

回车得到

`x =`

1 3 5 7 9

(2) 矩阵的生成。

① 显示元素列表输入。把矩阵的元素直接排列到方括弧中,没行内的元素用空格或逗号相隔,行与行之间用分号隔开。数据元素可以是表达式,系统将自动计算结果。

例如,输入指令:

`>> A = [1 2 3 4; 5 6 7 8; 9 10 11 12; 13 14 15 16]`

回车得到

A =

```
1     2     3     4
5     6     7     8
9     10    11    12
13    14    15    16
```

② 通过语句和函数产生矩阵。在命令窗口输入如下语句,并按 Enter 键确定:

```
for i = 1:5
```

```
    for j = 1:5
```

```
        a(i,j) = 1/(i+j-1);
```

```
    end
```

```
end
```

a

③ 小矩阵连接拼成大矩阵(表 1-9)。

例如,输入指令:

```
>> A = [1,2;3,4];
```

```
>> A1 = A + 5;
```

```
>> A2 = A1 + 10;
```

```
>> A3 = A1 + 15;
```

```
>> B = [A,A1;A2,A3]
```

回车得到

B =

```
1     2     6     7
3     4     8     9
16    17    21    22
18    19    23    24
```

表 1-9

函 数	功 能
eye(m,n)	产生 m 行 n 列单位矩阵
zeros(m,n)	产生 m 行 n 列全部元素为 0 的矩阵
ones(m,n)	产生 m 行 n 列全部元素为 1 的矩阵
rand(m,n)	产生 m 行 n 列随机矩阵,其元素在(0,1)之间
randn(n)	产生 n 阶随机矩阵,其元素服从正态分布 $N(0,1)$
hilb(n)	产生 n 阶 Hilbert 矩阵
invhilb(n)	产生 n 阶反 Hilbert 矩阵
vander	产生范德蒙矩阵
magic(n)	产生 n 阶魔术矩阵

(3) 矩阵的运算。

① 矩阵的加减运算： $A+B$ (加)、 $A-B$ (减)。 A 、 B 两矩阵的行数和列数相同时可以做矩阵的加(减)运算,即对应元素相加(减)。

例如:

```
>> A = [3 4 5;4 2 6]; B = [4 2 1; 9 0 3];
```

```
>> A + B
```

输出:

```
ans =
```

```
7    6    6
13    2    9
```

② 矩阵数乘法： $c * A$ (c 为常数),即矩阵的每一个元素都乘以常数 c 。

例如:

```
>> A = [1 2;3 4];
```

```
>> 2 * A
```

输出:

```
ans =
```

```
2    4
6    8
```

③ 矩阵的转置,即把矩阵的行换成同序数的列得到一个新的矩阵,如将例 1 的矩阵进行转置。

```
>> A' 或 transpose(A)
```

输出:

```
ans =
```

```
80    91    76
96    73    79
63    86    90
```

第一列是甲三科考试的分数,第二列是乙三科考试的分数,第三列是丙三科考试的分数。

④ 矩阵的乘法,数学上矩阵乘法要求第一个矩阵(左矩阵)的列数等于第二个矩阵(右矩阵)的行数时,两个矩阵才能相乘,应用符号“ $*$ ”。在 Matlab 程序中,经常用到两个行数、列数相同的矩阵对应元素的乘积,应用符号“ $.*$ ”,读作“点乘”。

例如:

```
>> A = [3 4 5;4 2 6];
```

```
>> B = [4 2;1 9;0 3];
```

```
>> d = A * B
```

% 矩阵 A 为 2 行 3 列,矩阵 B 为 3 行 2 列,可以进行乘法运算,但不能做点乘运算

输出:

```
d =
```

```
16    57
```

18 44

输入指令:

```
>> A = [3 4 5; 4 2 6];
```

```
>> B = [4 2 7; 1 9 2];
```

```
>> c = A * B
```

% 矩阵 A、B 的行数和列数相同, 可以做点乘运算

输出:

c =

```
12      8      35
```

```
4       18      12
```

例2 数据分析。

① 输入: A = []

% 定义一个空矩阵

输出: A =

```
[]
```

② 输入: b = 10: -3: 0

% 输入递减等差数列

输出: b =

```
10      7      4      1
```

③ 输入: A = linspace(1, 10, 5)

输出: A =

```
1.0000      3.2500      5.5000      7.7500     10.0000
```

④ 输入: length(A)

% 查询一维数组 A 的长度(元素的个数)

输出: ans =

```
5
```

⑤ 输入: b = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]

输出: b =

```
1      2      3
```

```
4      5      6
```

```
7      8      9
```

⑥ 输入: size(b)

% 查询二维数组 b 的尺寸, b 是 3 行 3 列的矩阵

输出: ans =

```
3      3
```

⑦ 输入: A(3)

% 查询、提取 A 的第 3 个元素

输出: ans =

```
5.5000
```

⑧ 输入: b(3, 2)

% 查询、提取 b 的第 3 行、第 2 列的元素

输出: ans =

```
8
```

⑨ 输入: b(:)

% 按 b 的所有元素按单下标顺序排列为列向量, 注意方式是先第 1 列, 再第 2 列, ……与通常的情况相反

输出: ans =