



方程建模与MATLAB软件

司守奎 孙玺菁 王兴平 周 刚 编著

清华大学出版社



方程建模与MATLAB软件

司守奎 孙玺菁 王兴平 周 刚 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书旨在让完成高等数学(微积分)和线性代数的读者自主学习微分方程和差分方程,领会其思想和实质,能够针对实际问题建立合适的微分方程和差分方程模型,最重要的是能够对建立的模型实现计算机求解.本书包含常微分方程、差分方程、时滞微分方程和偏微分方程的相关理论,并给出了相应的MATLAB求解程序.

本书适合有一定数学基础和软件基础的初学者自学,可以作为数学实验和数学建模的扩展教材,以及计算方法课程的辅导教材,也可以作为本科生和研究生微分方程和差分方程实践教学课程的教材.

版权所有,侵权必究.侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

方程建模与 MATLAB 软件/司守奎等编著. —北京:清华大学出版社,2016
ISBN 978-7-302-45849-4

I. ①方… II. ①司… III. ①Matlab 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 288600 号

责任编辑:刘颖

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21

字 数:510千字

版 次:2016年12月第1版

印 次:2016年12月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00元

产品编号:064863-01

前 言

微分方程是一门表述自然法则的语言,其实际背景广、应用性强,现在出版的很多教材都注重实例引入,以便读者通过大量实际问题领会微分方程的思想和应用,引导读者建立微分方程模型以解决各种实际问题,提高读者应用数学的能力.本书的作者长期从事数学建模教学和数学实验,在多年的工作中,作者发现对学生来说存在两个难点,一是针对实际问题建立合适的微分方程模型,二是求解建立的模型.很多教材注重引导学生如何去建立微分方程的模型,以及解决模型的理论方法,但是很多学生在真正解决问题的过程中却发现很难实现计算机求解.作者希望通过本教材,让本科学习完高等数学和工程数学的低年级学生,能够理会微分方程的建模思想,最重要的是能够利用 MATLAB 语言实现模型的求解,切实解决实际问题.

本书是作者长期教学经验的总结,全书共 9 章和一个附录 A,第 1 章到第 2 章从全新的角度介绍了 MATLAB 软件的应用和编程技巧,给出 MATLAB 求解实例,让学生在进一步领会数学思想的基础上,从全新的角度学习 MATLAB 软件,产生学习的兴趣,排除软件学习的畏难心理.同时侧重软件对各种数据的处理和可视化实现,为利用 MATLAB 求解微分方程和差分方程奠定基础.本书要求学生具备一定的软件基础.

第 3 章介绍了一阶常微分方程、一阶常微分方程的数值解及 MATLAB 工具箱的符号解和数值解.第 4 章介绍了高阶微分方程、Sturm-Liouville 边值问题和边值问题的 MATLAB 数值解法,第 5 章介绍了常微分方程组及其 MATLAB 解法,第 6 章列举了一些微分方程建模的典型实例,第 7 章介绍了差分方程的理论和算法的 MATLAB 程序,第 8 章初步介绍了时滞微分方程和 MATLAB 求解,第 9 章介绍了偏微分方程数值解的相关理论和 MATLAB 求解.附录介绍了 MATLAB 参数拟合工具箱的用法.本书中的 MATLAB 程序包含了作者多年编程经验和技巧,所有程序在 MATLAB2015B 下全部调试通过,需要注意的是,由于 MATLAB 版本不同,其工具箱中函数不尽相同,可能会出现有些语句在低版本 MATLAB 中不能通过的现象.本书适合有一定软件基础的初学者自学,可以作为本科生和研究生微分方程和差分方程实践教学课程的教材,以及计算方法课程的辅导教材,也可以作为数学实验和数学建模的扩展教材.

本书第 1 章、第 2 章、第 9 章和附录由司守奎编著;第 3 章~第 7 章由孙玺菁编著;第 8 章由

王兴平和周刚共同编著. 全书由司守奎统稿, 孙玺菁排版和定稿. 本书在内容的选择和组织上不可避免地带有作者自身的研究偏好和背景, 由于作者的经验和时间有限, 书中的错误和纰漏在所难免, 敬请同行不吝指正, 在此特别感谢.

最后, 我们十分感谢清华大学出版社对本书出版所给予的大力支持和帮助, 尤其是责任编辑刘颖的热情支持和帮助. 使用过程中如有问题可以加入 QQ 群: 204957415, 和作者进行交流. 也可以通过电子邮件和我们联系, Email: sishoukui@163.com, xijingsun1981@163.com.

作者

2016 年 12 月

目 录

第 1 章 MATLAB 的基本使用方法	1
1.1 MATLAB 概述	1
1.1.1 MATLAB 发展史	1
1.1.2 MATLAB 帮助	2
1.2 MATLAB 基础知识	3
1.2.1 MATLAB 变量	3
1.2.2 MATLAB 数据类型	4
1.2.3 数值矩阵的建立	4
1.2.4 特殊矩阵	6
1.2.5 运算符	6
1.3 MATLAB 程序设计	8
1.3.1 文件类型与 M 文件	8
1.3.2 MATLAB 流程控制结构	9
1.3.3 MATLAB 程序的调试	12
1.4 符号运算	14
1.4.1 符号对象的创建	15
1.4.2 符号表达式的基本操作	16
1.4.3 符号微积分	19
1.4.4 符号方程求解	22
1.4.5 MATLAB 高低版本部分符号运算命令的对比	23
1.5 数值导数和数值积分	24
1.5.1 数值导数	24
1.5.2 数值积分	24
1.6 方程和方程组的数值解与函数极值点	29
1.6.1 一元函数的零点	29
1.6.2 方程(组)的数值解	30
1.6.3 函数的极值点	30
1.6.4 非线性方程组的最小二乘解	32

习题 1	32
第 2 章 MATLAB 的数据可视化	34
2.1 细胞数组与结构数组	34
2.1.1 细胞数组	34
2.1.2 结构数组	38
2.2 文件	42
2.2.1 文件的打开和关闭	42
2.2.2 文件的读写操作	43
2.3 绘图命令	44
2.3.1 基本二维绘图命令	44
2.3.2 图形标识	46
2.3.3 三维绘图命令	48
2.3.4 等高线和向量场图	51
2.3.5 网络图	54
2.3.6 四维数据的可视化	55
2.3.7 动画	60
习题 2	63
第 3 章 一阶常微分方程	64
3.1 引论	64
3.1.1 微分方程的概念和实例	64
3.1.2 一阶微分方程解的几何解释	66
3.2 一阶微分方程的初等积分法	69
3.2.1 变量可分离方程	69
3.2.2 线性方程与常数变易法	70
3.2.3 全微分方程	72
3.2.4 积分因子法	74
3.2.5 一阶隐式微分方程	76
3.2.6 一阶微分方程建模典型案例	82
3.3 一阶微分方程的一般理论	86
3.3.1 Picard 逐次逼近法	86
3.3.2 解的存在唯一性定理	87
3.3.3 解对初值的连续性和可微性	90
3.4 一阶微分方程的数值解法	91
3.4.1 常微分方程的离散化	91
3.4.2 Euler 方法	92
3.4.3 改进的 Euler 方法	93
3.4.4 Runge-Kutta 方法	94

3.5	MATLAB 求常微分方程的数值解	95
3.5.1	求显式一阶常微分方程的数值解	95
3.5.2	求隐式常微分方程的数值解	96
3.5.3	求高阶常微分方程的数值解	99
	习题 3	101
第 4 章	高阶常微分方程	102
4.1	线性微分方程的一般理论	102
4.1.1	n 阶齐次线性微分方程	102
4.1.2	非齐次线性方程	107
4.2	常系数线性微分方程的解法	109
4.2.1	常系数齐次线性微分方程的解法	109
4.2.2	常系数非齐次线性方程的解法	111
4.3	二阶齐次线性方程的解的振动	113
4.3.1	零点的孤立性	114
4.3.2	Sturm 比较定理	115
4.3.3	振动解与非振动解的判别	116
4.3.4	解的零点间的距离估计	116
4.4	Sturm-Liouville 边值问题及 MATLAB 数值解	117
4.4.1	预备知识	117
4.4.2	Sturm-Liouville 特征值问题	118
4.4.3	边值问题的 MATLAB 数值解	119
4.5	高阶微分方程建模典型案例	122
	习题 4	126
第 5 章	常微分方程组	128
5.1	预备知识	128
5.1.1	引例及有关概念	128
5.1.2	向量函数和矩阵函数	131
5.1.3	微分方程组的向量形式	132
5.1.4	解的存在唯一性定理	132
5.2	微分方程组的消元法和首次积分法	133
5.2.1	消元法	133
5.2.2	微分方程组的首次积分法	134
5.3	线性微分方程组的基本理论	137
5.3.1	齐次线性方程组解的结构	137
5.3.2	非齐次线性微分方程组解的结构	141
5.4	常系数齐次线性微分方程组	143
5.4.1	系数矩阵 A 有单特征值时的解	143

5.4.2	系数矩阵 A 具有重特征值时的解	145
5.4.3	矩阵指数函数的定义和性质	147
5.5	常系数非齐次线性微分方程组	152
5.6	微分方程的定性理论	154
5.6.1	自治系统	154
5.6.2	解的稳定性	158
5.6.3	平面自治系统的奇点及相图	165
5.6.4	二维自治微分方程组的周期解和极限环	173
	习题 5	177
第 6 章 微分方程建模典型案例		179
6.1	战争模型	179
6.1.1	模型一 正规战模型	179
6.1.2	模型二 游击战模型	181
6.1.3	模型三 混合战模型	181
6.1.4	模型四 一个战争实例	182
6.2	种群的相互竞争模型	183
6.3	Volterra 模型	186
6.3.1	模型建立	186
6.3.2	模型分析	187
6.3.3	应用例子	189
6.4	传染病模型	192
6.4.1	SI 模型	192
6.4.2	SIS 模型	193
6.4.3	SIR 模型	194
6.4.4	SIRS 模型	194
6.4.5	SEIR 模型	195
6.5	两个小例子	195
	习题 6	198
第 7 章 差分方程		200
7.1	差分 and 差分方程的概念	200
7.1.1	差分的定义、性质和运算法则	200
7.1.2	差分方程的概念	201
7.2	线性差分方程解的一般理论	202
7.2.1	函数组的线性相关性	202
7.2.2	齐次线性差分方程解的一般理论	203
7.2.3	非齐次线性差分方程解的结构	204
7.3	n 阶常系数线性差分方程	205

7.3.1	常系数齐次线性差分方程的解	205
7.3.2	常系数非齐次线性差分方程	206
7.3.3	常系数线性差分方程的 Z 变换解法	208
7.4	线性差分方程建模典型案例	210
7.4.1	蛛网模型	210
7.4.2	商品销售量预测	213
7.4.3	养老保险	215
7.4.4	Fibonacci 数列	216
7.5	线性差分方程组	217
7.5.1	线性常系数齐次差分方程组	217
7.5.2	线性差分方程组的一般理论	221
7.5.3	常系数齐次线性差分方程组的解	223
7.5.4	非齐次线性差分方程组的解	227
7.6	线性差分方程组建模典型案例	230
7.6.1	Markov 链	230
7.6.2	遗传模型	232
7.6.3	Leslie 种群增长模型	237
	习题 7	240
第 8 章	时滞微分方程简介	242
8.1	时滞微分方程介绍	242
8.1.1	Logistic 方程	242
8.1.2	一阶线性微分差分方程	245
8.1.3	计算机数值模拟	247
8.1.4	一阶线性积分微分方程	251
8.2	求时滞微分方程数值解的例子	253
8.3	时滞复杂网络的自适应反馈同步 ^[19]	255
	习题 8	259
第 9 章	偏微分方程的解法	260
9.1	偏微分方程的定解问题	260
9.2	偏微分方程的差分解法	262
9.2.1	椭圆型方程第一边值问题的差分解法	262
9.2.2	抛物型方程的差分解法	266
9.2.3	热传导方程的几种常用差分格式	267
9.2.4	求解抛物型方程的 MATLAB 程序	269
9.2.5	双曲型方程的差分解法	269
9.3	一维状态空间偏微分方程的 MATLAB 解法	273
9.3.1	pdepe 的用法	273

9.3.2	求解一维偏微分方程	274
9.3.3	一维偏微分方程应用实例	279
9.4	二维状态空间偏微分方程的 MATLAB 解法	282
9.4.1	方程类型	282
9.4.2	边界条件	282
9.4.3	求解偏微分方程	283
9.4.4	偏微分方程的 pdetool 解法	285
9.5	偏微分方程建模典型案例	292
9.5.1	扩散问题	292
9.5.2	粒子追踪	297
9.5.3	分数阶扩散	305
	习题 9	311
	附录 参数辨识	313
A	fit 函数	313
B	lsqcurvefit 函数	320
C	曲线和曲面拟合的用户图形界面解法	322
	参考文献	325

第1章

MATLAB的基本使用方法

1.1 MATLAB 概述

1.1.1 MATLAB 发展史

MATLAB是由两个英文单词 Matrix 和 Laboratory 的前三个字母组成。MATLAB 诞生于 20 世纪 70 年代后期的美国新墨西哥大学计算机系主任 Clever Moler 教授之手。Moler 教授为了减轻学生编程的负担,用 Fortran 语言编写了最早的 MATLAB。1984 年由 Little、Moler、Steve Bangert 合作成立的 MathWorks 公司正式把 MATLAB 推向市场。到 20 世纪 90 年代, MATLAB 已成为国际控制界的标准控制软件。从 7.2 版本开始,版本编号以年份来命名,每年 3 月份推出的用 a 表示,9 月份推出的则以 b 表示,例如 R2014b 代表 2014 年 9 月推出的版本,R2015a 指 2015 年 3 月份推出的版本。

MATLAB 的符号运算功能是借助于其他符号运算内核完成的,R2008a 之前的版本以 Maple 为内核,R2008b 之后的版本以 MuPad 为内核,不同内核对符号运算的具体支持可能存在差别。

MATLAB 的主要版本历程如表 1-1 所示。

表 1-1 MATLAB 主要版本历程

版本	发行版本编号	发布时间
MATLAB1.0	N/A	1984
MATLAB2	N/A	1986
MATLAB3	N/A	1987
MATLAB4.2c	R7	1994
MATLAB5.0	R8	1996
MATLAB6.0	R12	2000
MATLAB7	R14	2004
MATLAB7.2	R2006a	2006
MATLAB7.14	R2012a	2012.3
MATLAB8.0	R2012b	2012.9
MATLAB8.5	R2015a	2015.3

1.1.2 MATLAB 帮助

对于任何 MATLAB 的使用者,都必须学会使用 MATLAB 的帮助系统,因为没有必要清楚地记住成千上万个不同函数的调用情况,所以 MATLAB 的帮助系统是学习 MATLAB 编程和开发最好的教科书。

1. 命令形式

MATLAB 的各个函数,一般都有使用帮助和函数功能说明。各个工具箱通常情况下也具有一个与工具箱名相同的 M 文件用来说明工具箱的构成内容等,这里的工具箱是指 MATLAB 中具有特定功能的某类函数集合, MATLAB 的 M 文件分为两种,一种为脚本文件,一种为函数文件,下面再详细介绍。在 MATLAB 命令窗口中,可以通过命令来获取这些纯文本的帮助信息。

通常能够起到帮助作用、获取帮助信息的命令有 help、lookfor、which、doc、get、type 等。

(1) help 命令

help 命令是 MATLAB 中最有用的命令之一。下面介绍 help 的几种常见使用情况。

① 直接使用 help 命令

在命令窗口直接输入命令 help,并回车,则在命令窗口显示 MATLAB 的所有工具箱信息。

以下我们用

```
help ↓ % 显示所有工具箱信息.
```

表示前面段落的内容,这里 ↓ 表示回车,% 是 MATLAB 的注释引导符,% 后面的是注释内容。

② 使用 help 工具箱名

使用命令“help 工具箱名”,可以获取该工具箱的所有函数的信息。例如

```
help optim ↓ % 获得优化工具箱的基本信息和函数列表.
```

③ 使用 help 函数名

使用命令“help 函数名”,就可以获得该函数的帮助信息。例如

```
help linprog ↓ % 获得优化工具箱中线性规划命令 linprog 的帮助信息.
```

(2) lookfor 命令

lookfor 命令在 MATLAB 默认路径下搜索所有 M 文件第一个注释行中的关键字。通常在不确定某个函数时,仅知道该函数的功能,lookfor 命令可以根据用户提供的完整或不完整的关键字,去搜索出一组与之相关的命令。例如

```
lookfor integral ↓ % 查找所有有关积分的命令.
```

(3) which 命令

which 命令可以用来定位函数的位置。通过这个位置信息,可以获取函数所属的类别。通常,在创建一个 MATLAB 文件时,为了避免与系统函数等同名,就应该先用“which 文件名”搜索查找是否存在你想要保存的文件名。

另外,利用得到的位置信息可以查找一些相关联的文件的帮助信息.例如,在编程过程中,需要计算一个微分方程在指定点的数值解,但想不起该函数名,只记得求微分方程数值解的命令 ode45,因此,采用 which ode45 定位 ode45.

```
which ode45
D:\Program Files\MATLAB\R2015a\toolbox\MATLAB\funfun\ode45.m
```

从给出的地址可以看出,ode45 命令属于 funfun 类. 于是用 help funfun 查找该类别信息,在该类别的 Input and Output functions 子类别中找到:

```
deval - Evaluates the solution of a differential equation problem.
```

然后,再通过用 help deval 获得该函数的详细帮助信息和使用方法.

(4) 超文本格式的帮助用户

在 MATLAB 中,关于一个函数的帮助信息可以用 doc 命令以超文本的方式给出.有些函数既可以应用于数值型数据,也可以应用于符号型数据,一般来说,其对应于不同数据类型的超文本帮助文件是不同的,为了区别它们,分别采用形如“doc 函数名”和“doc sym/函数名”的命令来获取此函数的数值型和符号型的超文本帮助.如

```
doc eigs      % 获取求数值矩阵最大模特征值及对应特征向量的超文本帮助;
doc eig      % 获取求数值矩阵特征值和特征向量的超文本帮助;
doc sym/eig  % 获取求符号矩阵特征值和特征向量的超文本帮助.
```

2. pdf 帮助文件

可从 MathWorks 网站上下载有关的 pdf 帮助文件.

1.2 MATLAB 基础知识

1.2.1 MATLAB 变量

变量是 MATLAB 的基本元素之一. 与其他程序设计语言不同的是, MATLAB 不需要对所使用的变量进行事先声明,也不需要指定变量的类型,系统会根据该变量被赋予的值或对该变量所进行的操作来自动确定变量的类型.

1. MATLAB 变量命名

在 MATLAB 中,变量命名有如下规则:

- (1) 变量名长度最大为 63 个字符,超过的字符系统忽略不计.
- (2) 变量名以字母开头,且只能由字母、下划线和数字混合组成.
- (3) 变量名区分大小写.
- (4) 变量名不要与 MATLAB 中已有的函数名、变量名和关键字相同.
- (5) 当进行复数运算时,不能使用 i 与 j,这两个字符表示复数运算中的虚数单位.

2. MATLAB 系统变量

MATLAB 中有一些特定的变量,不需要用户定义,它们已经被预定义了某个特定的值. 这些变量称作系统变量(有些书中也称为常量). 系统变量在 MATLAB 启动时就产生. MATLAB 常用的系统变量如表 1-2 所示.

表 1-2 MATLAB 常用的系统变量

系统变量	变量功能	系统变量	变量功能
ans	运算结果的默认变量名	flintmax	最大的正整数
pi	圆周率	realmax	最大的正浮点数
eps	浮点数相对精度	realmin	最小的正浮点数
inf	无穷大	nargin	函数输入参数个数
NaN	不定数	nargout	函数输出参数个数

1.2.2 MATLAB 数据类型

MATLAB 数据类型有以下几种：数值类型，字符串，日期和时间，结构数组，细胞数组（元胞数组），函数句柄，Java 对象，逻辑类型等。

数值类型包括双精度浮点型，单精度浮点型，整型类型。

MATLAB 中变量默认的类型为双精度浮点型(double)。在 MATLAB 中，通过表 1-3 所示的 format 函数来控制 double 型数据的显示格式。

表 1-3 double 型数据的显示格式

format short	带有 4 位小数的显示格式，是 MATLAB 的默认显示格式
format long	带有 15 位小数的显示格式，如 3.141592653589793
format shortE	显示带有 4 位小数的科学记数法，如 3.1416e+00
format longE	显示带有 15 位小数的科学记数法，如 3.141592653589793e+00
format shortG	更紧凑的短的固定小数或科学记数法，带有 5 位数字，如 3.1416
format longG	更紧凑的长的固定的小数或科学记数法，带有 15 位数字，如 3.14159265358979
format shortEng	短的工程表示，小数点后 4 位数字，指数是 3 位数字，如 3.1416e+000
format longEng	长的工程表示，15 位有效数字，指数是 3 位数字，如 3.14159265358979e+000
format +	正数为+，负数为-，0 为空格
format bank	显示为货币格式的数，带有 2 位小数，如 3.14
format hex	十六进制表示的二进制双精度数，如 400921fb54442d18
format rat	显示为有理数，如 355/113
format compact	抑制多余的换行符在单一屏幕上显示输出
format loose	添加换行符，使输出更易读

在 MATLAB 语言中，最重要的功能就是进行各种矩阵的运算，所有的数值功能都是以矩阵为基本单位来实现的。

在 MATLAB 中，最基本的数据结构就是二维矩阵。通过对二维矩阵的操作，可以方便地存储和访问大量的数据。矩阵的元素可以是数值类型、逻辑类型、字符串类型或者其他任何 MATLAB 支持的数据类型。

下面先介绍一下简单的数值矩阵。

1.2.3 数值矩阵的建立

在 MATLAB 中，矩阵的建立方式多种多样。比较常用的建立方式有直接输入、通过语句和函数建立矩阵和从外部数据文件中导入矩阵 3 种。

1. 直接输入

直接输入是最简单的矩阵构建方式。直接输入矩阵,应遵循如下几条规则:

- (1) 矩阵元素应当在方括号内;
- (2) 行内的元素,用逗号或者空格隔开;
- (3) 行与行之间,用分号或者回车分割;
- (4) 元素可以是数值或表达式。

2. 通过语句和函数建立矩阵

```
t = [0:0.1:5]           % 产生从 0 到 5 的行向量,元素之间间隔为 0.1.
t = linspace(n1,n2,n)  % 产生 n1 和 n2 之间线性均匀分布的 n 个数 (缺省 n 时,产生 100 个数).
t = logspace(n1,n2,n) % 在 10n1 和 10n2 之间按照对数距离等间距产生 n 个数 (缺省 n 时,产生 50 个数).
```

3. 从外部数据文件导入矩阵

MATLAB 可以从外部的纯文本文件、Excel 文件和各种数据库文件导入矩阵。下面介绍从纯文本文件和 Excel 文件导入矩阵。

(1) 导入纯文本文件

可以把 Word 文档中整行整列的数据粘贴到纯文本文件,然后导入到 MATLAB 工作空间中。

例 1.1 纯文本文件 data11.txt 中存放如下格式的数据,把数据导入 MATLAB 中。

```
6 3 6 7 4 2 6
4 9 5 3 8 5 8
5 2 8 9 7 4 3
9 6 7 3 9 2 6
```

首先用记事本把上述数据保存到纯文本文件 data11.txt 中,文件存放在 MATLAB 的当前工作路径下。以下所有操作的数据文件必须放在 MATLAB 的当前工作路径下,也就是说程序文件和数据文件要放在同一个目录下。

MATLAB 导入纯文本文件的调用格式如下:

```
a = load('data11.txt')
```

或者是

```
a = textread('data11.txt')
```

(2) 导入 Excel 文件

MATLAB 读入 Excel 文件的命令是 xlsread,使用格式为

```
num = xlsread(filename, sheet, Range)
[num, txt] = xlsread(filename, sheet, Range)
```

其中第 1 个返回值是数值矩阵,第 2 个返回值是字符串的细胞数组, sheet 是表单序号, Range 是数据域的范围。

例 1.2 把 Excel 文件 data12.xls 的表单 Sheet1 的域“A2:D5”中的数据赋给 a, 表单 Sheet2 中的全部数据赋给 b。


```
a = xlsread('data12.xls',1,'A2:D5')
b = xlsread('data12.xls',2)
```

1.2.4 特殊矩阵

1. 单位矩阵

```
eye(m) % 生成 m 阶单位阵.
eye(m,n) % 生成 m × n 矩阵, 其中得到一个位于左上角的最大单位矩阵而其余处补 0.
```

2. 全部元素为 1 的矩阵

```
ones(n) % 生成全部元素为 1 的 n 阶方阵.
ones(m,n) % 生成全部元素为 1 的 m × n 矩阵.
```

3. 全部元素为 0 的矩阵

```
zeros(n) % 生成全部元素为 0 的 n 阶方阵.
zeros(m,n) % 生成全部元素为 0 的 m × n 矩阵.
```

4. 空矩阵

空矩阵是一个特殊矩阵,这在线性代数中是不存在的. 例如

```
a = [ ]
```

矩阵 a 在工作空间之中,但它的大小为零. 通过空矩阵的办法可以删除矩阵的行与列. 例如

```
b(:,3) = [ ]
```

表示删除矩阵 b 的第 3 列.

5. 随机数矩阵

```
rand(m,n) % 产生 m × n 矩阵, 其中的元素是服从 [0,1] 区间上均匀分布的随机数.
randi([imin,imax],m,n) % 生成 m × n 矩阵, 其中的元素为 [imin,imax] 区间上的随机整数.
normrnd(mu,sigma,m,n) % 产生 m × n 矩阵, 其中的元素是服从均值为 mu, 标准差为 sigma 的正态分布的随机数.
randn(m,n) % 产生均值为 0, 方差为 1 的正态分布的 m × n 随机数矩阵.
exprnd(mu,m,n) % 产生 m × n 矩阵, 其中的元素是服从均值为 mu 的指数分布的随机数.
poissrnd(mu,m,n) % 产生 m × n 矩阵, 其中的元素是服从均值为 mu 的泊松 (Poisson) 分布的随机数.
unifrnd(a,b,m,n) % 产生 m × n 矩阵, 其中的元素是服从区间 [a,b] 上均匀分布的随机数.
mvnrnd(mu,sigma,n) % 产生 n 对均值向量为 mu, 协方差矩阵为 sigma 的多维正态分布的随机数.
```

1.2.5 运算符

MATLAB 提供了丰富的运算符,主要包括算术运算、关系运算和逻辑运算. 算术运算用于数值计算,关系运算和逻辑运算的返回值为逻辑型变量,其中 1 代表逻辑真,0 代表逻辑假.

1. 算术运算符

MATLAB 提供的基本算术运算有加(+)、减(-)、乘(*)、除(/或\)和乘方(^). 常用