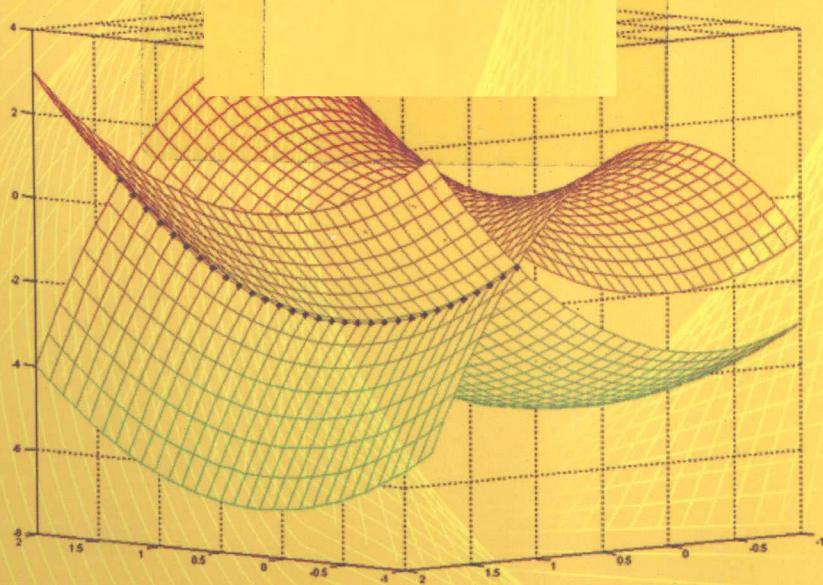


MATLAB 工程与应用丛书



网上提供源代码下载
www.cmpbook.com

MATLAB 建模与仿真应用



- ✓ 由浅入深的结构，利于轻松入门
- ✓ 实例丰富、重点突出、立足应用、度身定做
- ✓ 独具匠心的综合实例，有助快速提高水平
- ✓ 相关程序源代码，可供免费下载

开放式答疑 QQ 群 113209691



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

MATLAB 工程与应用丛书

MATLAB 建模与仿真应用

王中鲜 主编



机械工业出版社

本书从应用的角度出发,系统地介绍了 MATLAB 建模与仿真。通过 MATLAB 在电路、电力系统、电机、测控系统、过程控制系统、模糊控制系统中的建模与仿真,读者可以全面地掌握 MATLAB 软件的使用。书中精心设计的实例可帮助读者在充分理解 MATLAB 建模与仿真实论的基础上,高效地掌握系统建模与仿真以及 MATLAB 相关功能和工具的使用。

本书可作为高等院校教材,也可作为广大从事建模与仿真工作的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 建模与仿真应用/王中鲜主编. —北京:机械工业出版社,2010.8
(MATLAB 工程与应用丛书)

ISBN 978-7-111-31642-8

I. ①M… II. ①王… III. ①计算机辅助计算-软件包, MATLAB
IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 163368 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:郝建伟 罗子超

责任印制:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010年10月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·17.5印张·432千字

0001-4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31642-8

定价:34.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言



MATLAB 软件是主要用于算法开发、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境。由于 MATLAB 的基本数据单位是矩阵，它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似，故用 MATLAB 来解决科技和工程问题要比用 C、Fortran 等语言解决相同的问题简捷得多。MATLAB 已被广泛应用于自动控制、系统工程、信息工程、应用数学、机电工程、电子工程、计算机等专业领域。

系统建模与仿真是研究、分析、设计各种复杂系统的有力工具。MATLAB 提供了一个独特的建模和仿真的环境。强有力的技术语言既精确又富有描述性，用户可用较少的代码完成复杂系统的建模工作。

本书精选应用实例，深入浅出地向读者讲解了 MATLAB 软件在建模与仿真中的应用。

本书分为上、下两篇，共 13 章，上篇是 MATLAB 的基础篇，下篇是 MATLAB 的应用篇。基础篇包括第 1~7 章，讲解了 MATLAB 的基础知识、数值运算、图像绘制以及程序设计，并较详细地介绍了功能非常强大的动态系统仿真工具 Simulink；应用篇包括第 8~13 章，讲解了电路、电力系统、电机、测控系统、过程控制系统和模糊控制系统的 MATLAB 建模与仿真。本书精心设计的应用实例可帮助读者在充分理解 MATLAB 建模与仿真实论的基础上，高效地掌握系统建模与仿真以及 MATLAB 相关功能和工具的使用。本书的内容中融入了作者在长期教学和科研工作中的经验与体会，可帮助初学者快速入门与提高。

本书由王中鲜主编，参加编写的还有管殿柱、石广范、宋义林、魏莹、刘国华、毕永利、陈红、王培军、张海兵、高树枚、瞿晓东、翟荣、包小东、王立晶等。

因作者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳切希望有关专家和广大读者批评指正，并提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

第一部分 基础篇

第 1 章 MATLAB 简介及建模与仿真	2
1.1 MATLAB 的应用	2
1.1.1 MATLAB 的发展与应用	2
1.1.2 MATLAB 的功能及特点	3
1.1.3 MATLAB 的工具箱	5
1.2 系统建模与仿真	9
1.2.1 系统建模	9
1.2.2 仿真的基本概念	9
1.2.3 仿真的基本步骤	9
1.2.4 仿真的发展阶段	10
1.3 习题	11
第 2 章 MATLAB 的使用基础	12
2.1 MATLAB 的安装	12
2.2 MATLAB 的开发环境	12
2.2.1 MATLAB 的启动与设置	12
2.2.2 MATLAB 的窗口	14
2.2.3 MATLAB 的工作空间	14
2.2.4 MATLAB 的程序编辑及调试器	15
2.2.5 MATLAB 的工具栏	15
2.2.6 MATLAB 的在线帮助	16
2.3 习题	17
第 3 章 MATLAB 的数值计算	18
3.1 MATLAB 的常用数值类型	18
3.2 矩阵与数组的运算	19
3.2.1 矩阵运算	19
3.2.2 数组运算	26
3.3 常用运算函数一览	28
3.4 常用数值方法举例	31
3.4.1 线性代数方程组的求解	31
3.4.2 微分方程初值问题的求解	35
3.5 习题	38
3.6 上机实验	39



第4章 MATLAB的图形绘制	40
4.1 二维图形的绘制	40
4.1.1 一般绘图形式	40
4.1.2 特殊绘图形式	48
4.2 三维图形的绘制	52
4.2.1 一般三维绘图	53
4.2.2 特殊三维绘图	58
4.3 图形对象及其属性	59
4.4 应用函数一览	62
4.5 习题	63
4.6 上机实验	63
第5章 MATLAB程序设计及其仿真	65
5.1 M文件	65
5.1.1 什么是M文件	65
5.1.2 M函数与MATLAB脚本文件	66
5.1.3 全局变量与局部变量	67
5.2 子函数与局部函数	68
5.3 MATLAB常用编程语句	68
5.3.1 流程控制语句	68
5.3.2 其他常用语句	72
5.4 MATLAB程序设计的基本原则	73
5.5 程序实例	73
5.6 习题	83
5.7 上机实验	83
第6章 Simulink的仿真环境	84
6.1 Simulink启动与运行界面	84
6.2 Simulink模块库简介	85
6.2.1 公共模块库	85
6.2.2 专业模块库	98
6.3 自定义模块	102
6.4 习题	103
6.5 上机实验	103
第7章 Simulink建模及实例	104
7.1 Simulink建模的基本方法	104
7.1.1 模型建立的基本步骤	104
7.1.2 模块的查找与选择	104
7.1.3 模块的基本操作	105
7.1.4 模型的搭建	108
7.1.5 模块参数设置	110



7.1.6 仿真参数配置	110
7.1.7 运行与保存	116
7.2 建模举例	117
7.3 习题	125
7.4 上机实验	125

第二部分 应用篇

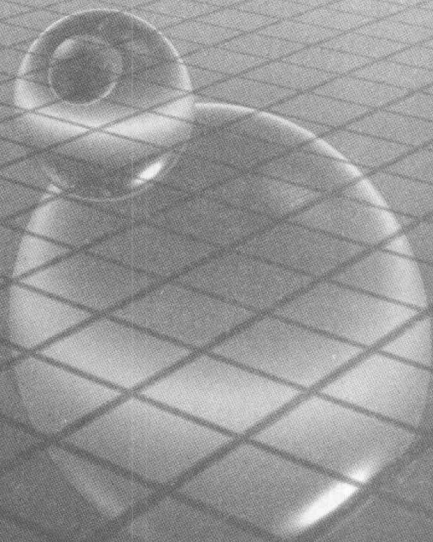
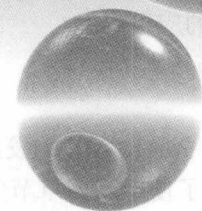
第 8 章 电路的建模及仿真	127
8.1 电路建模仿真的基本步骤	127
8.2 常用电路分析法及举例	129
8.2.1 直流电路建模与仿真	129
8.2.2 动态电路建模与仿真	137
8.2.3 正弦交流电路建模与仿真	142
8.3 习题	146
8.4 上机实验	147
第 9 章 电力系统的建模及仿真	150
9.1 高压直流传输系统的建模及仿真	150
9.2 同步发电机励磁系统的建模及仿真	169
9.3 习题	177
9.4 上机实验	177
第 10 章 电机的建模及仿真	179
10.1 直流电动机建模及仿真	179
10.1.1 直流电动机起动	179
10.1.2 直流电动机调速	187
10.1.3 直流电动机制动	191
10.2 三相异步电动机的建模及仿真	196
10.3 三相异步电动机变频调速的建模及仿真	201
10.4 习题	203
10.5 上机实验	203
第 11 章 测控系统的设计及仿真	204
11.1 测控系统的典型数学模型	204
11.2 测控系统的常规分析方法	216
11.2.1 时域分析法	216
11.2.2 频域分析法	224
11.3 几种典型测控系统的建模及仿真	233
11.4 习题	236
11.5 上机实验	236
第 12 章 过程控制系统的设计及仿真	237
12.1 过程控制系统概述	237



12.1.1 过程控制系统的组成	238
12.1.2 过程控制系统设计的一般步骤	238
12.2 数字 PID 控制器及其 MATLAB 实现	240
12.2.1 数字 PID 控制算法的形式与特点	240
12.2.2 位置 PID 控制算法	241
12.2.3 连续系统的数字 PID 控制及仿真	243
12.2.4 离散系统的数字 PID 控制及仿真	245
12.2.5 增量式 PID 控制及仿真	247
12.2.6 步进式 PID 控制及仿真	249
12.3 仿真实例	251
12.3.1 液位前馈—反馈控制系统设计及仿真	251
12.3.2 锅炉内胆水温定值控制系统设计及仿真	253
12.4 习题	256
12.5 上机实验	256
第 13 章 模糊控制系统的设计及仿真	257
13.1 模糊控制系统概述	257
13.1.1 模糊控制系统的基本结构及其原理	258
13.1.2 模糊 PID 控制器	259
13.2 模糊控制系统设计的一般步骤	259
13.2.1 模糊化及 MATLAB 实现	260
13.2.2 隶属度函数及 MATLAB 实现	261
13.2.3 模糊规则及 MATLAB 实现	263
13.2.4 模糊推理系统及 MATLAB 实现	265
13.3 模糊系统建模仿真实例	266
13.4 习题	270
13.5 上机实验	270
参考文献	272

第一部分

基础篇



第 1 章 MATLAB 简介及建模与仿真

本章要点

- MATLAB 的应用简介
- 系统建模与仿真

本章主要介绍 MATLAB 的发展与应用及其功能特点，并简要介绍了 MATLAB 中功能强大的工具箱。为了便于后面章节的学习，在第 1.2 节引入了系统建模与仿真的基本概念，并阐述了系统仿真的基本步骤，最后介绍了系统仿真的发展过程。

1.1 MATLAB 的应用

随着计算机技术的快速发展，在工程计算领域中计算机正在逐步减轻科研、工程人员繁重的计算工作量，提高了设计计算工作的效率。

计算机硬件的发展为软件的开发提供了强有力的支持。许多软件公司相继推出了各种数学计算类软件，例如，MATLAB、Mathematica、Maple 等。其中，美国 MathWorks 公司推出的 MATLAB 数学软件受到了广大科研工程人员的普遍认可和欢迎。该数学软件主要包括 MATLAB 和 Simulink 两部分。

MATLAB 的基本运算单位是矩阵，它的指令表达式与线性代数中常用的形式十分相近，故该软件被称为“矩阵实验室”。MATLAB 软件不仅可以进行矩阵运算，还可以实现绘制函数和数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言（例如，C、FORTRAN、C++、JAVA 等）的程序等功能，主要应用于工程计算、控制系统设计、数字信号处理与通信、数字图像处理、信号检测等领域。

1.1.1 MATLAB 的发展与应用

1993 年，MathWorks 公司推出了新版本 MATLAB 4.0，从此 MATLAB 告别了 DOS 版本。新版本不仅继承和发扬了原有的数值计算和图形可视化功能，而且还扩展了几项新功能，其中，最具代表性的就是 SIMULINK 的引入。SIMULINK 是一个交互式的图形仿真工具，可以通过求解器与 MATLAB 进行无缝连接，它的出现很大程度上增强了人们对非线性、随机动态系统的建模分析能力。同年，MathWorks 公司购得 Maple 的使用权，打通了与 MATLAB 的接口，开发了以 Maple 为“引擎”的 Symbolic Math Toolbox 1.0。此次开发也开启了 MATLAB 和 Maple 互补发展的新时代。而后，随着不断的更新和完善，MATLAB 4.x 版本相继推出。



1997年, MathWorks 公司推出了 MATLAB 5.0 版本。新版本不仅一如既往地秉承以往版本的功能特点, 而且拥有了更丰富的数据结构, 还增添了更广博的数据分析资源, 加上更加细腻的图形可视化功能, 使其成为一种更加方便、快捷的编程语言。

2000年底 MathWorks 公司推出了全新的 MATLAB 6.0 版本。该版本不再受操作系统的限制, 可以运行在各种操作平台上, 更加满足了科研工程人员的需求。

2006年9月, MATLAB 7.3 版本正式发布了。从此, MathWorks 公司分别在每年的3月和9月进行两次产品发布, 而且每次新产品都会更新和添加新的模块, 并且在每个版本后面都会注明 a (专业版) 和 b (学生版), 用户可以根据自身特点和需要有目标地选择版本。这意味着 MATLAB 软件已经臻于完善, 走入成熟稳定的发展阶段。

1.1.2 MATLAB 的功能及特点

自从 MATLAB 问世以来, 以它独有的功能特点, 已经得到越来越多人的认可。具体功能特点如下:

1. 界面友好, 易学易用

MATLAB 不仅语法结构简单、数据类型单一, 而且数学表达方式、运算规则与常用的数学公式非常接近, 加上其可视化程序设计语言, 在 MATLAB 环境下进行数组与数的运算非常方便。即使是不懂计算机编程的初学者, 只要会操作 Windows 系统, 就可以在短时间内快速掌握 MATLAB 的主要内容。

2. 科学计算功能

科学计算主要包括数值计算和符号计算两种。MATLAB 从最早开发至今, 数值计算功能已经十分完善了。然而, MathWorks 公司并没有忘记符号计算方面的研发, 自从购得 Maple 使用权后, 成功开发出了以 Maple 为“引擎”来实现符号计算功能的系统组件。

3. 简易的绘图功能

MATLAB 具有方便灵活的二维、三维绘图功能, 只需调用不同的绘图函数, 就可以在图中标出图题、标注坐标轴、绘制栅格, 而且还可以选择不同的坐标系(如线性坐标、对数坐标、极坐标等), 并设置不同颜色的点和线以及线型和视觉角度等。

4. 强大的扩展功能

MATLAB 拥有功能强大、内容丰富的函数库, 例如, 基本初等函数、插值、微分方程数值求解、函数求极值、数据分析、傅里叶变换等, 这些函数可以直接调用。随着版本的提高, MATLAB 的功能也随之扩展, Math Works 公司推出了 30 多个具有专门功能的工具箱, 例如, 自动控制、信号处理、小波分析、通信、图像处理、模糊逻辑、神经网络等领域, 这些工具箱不仅可以链装, 而且也可以由用户自行更改。由于库函数与用户文件的形式相同, 用户可以自由地进行二次开发, 根据自己的需求任意地扩展函数库。

5. 在线帮助系统

MATLAB 语言为了用户使用方便, 提供了丰富的帮助系统。与帮助系统相关的命令如表 1-1 所示。

表 1-1 MATLAB 常用的帮助命令

命 令	含 义
demo	运行演示程序
dir	显示目录内容
help	在线帮助
helpwin	在线帮助窗口
helpdesk	在线帮助工作台
intro	MATLAB 功能介绍
info	有关 MATLAB 语言及其公司信息
info+工具箱路径名	阅读该工具箱的 Readme 文件
lookfor	在 help 里搜索关键字
what	显示指定的 MATLAB 文件
which	定位函数或文件
who	显示当前变量
whos	显示当前变量的详细信息

在 MATLAB 常用的系统命令中，help 和 lookfor 命令是获得在线帮助的最简单、最快捷的途径，也是新老用户最常使用的命令。下面分别对 help 和 lookfor 命令举例说明。

【例 1-1】 在 MATLAB 命令窗口中键入 help lookfor，命令窗口给出如下提示：

```
>> help lookfor
```

```
LOOKFOR Search all M-files for keyword.
```

```
LOOKFOR XYZ looks for the string XYZ in the first comment line
(the H1 line) of the HELP text in all M-files found on MATLABPATH.
For all files in which a match occurs, LOOKFOR displays the H1 line.
```

```
For example, "lookfor inverse" finds at least a dozen matches,
including the H1 lines containing "inverse hyperbolic cosine"
"two-dimensional inverse FFT", and "pseudoinverse".
Contrast this with "which inverse" or "what inverse", which run
more quickly, but which probably fail to find anything because
MATLAB does not ordinarily have a function "inverse".
```

```
LOOKFOR XYZ -all searches the entire first comment block of
each M-file.
```

```
In summary, WHAT lists the functions in a given directory,
WHICH finds the directory containing a given function or file, and
LOOKFOR finds all functions in all directories that might have
something to do with a given key word.
```

```
See also dir, help, who, what, which.
```

```
Reference page in Help browser
doc lookfor
```

【例 1-2】 在 MATLAB 命令窗口中键入 lookfor lookfor, 命令窗口给出如下提示:

```
>> lookfor lookfor
LOOKFOR Search all M-files for keyword.
```

用户还可以利用 HTML 方式查询到更详细的参考资料, 而且 MathWorks 公司的网站资源也很丰富, 可以上网获取常见问题、产品指南以及相关代码和参考书籍等帮助信息。用户要了解这方面的内容, 可以到 MathWorks 公司的网站上查找, 其网站地址如下:

MATLAB 官方网站: <http://www.mathworks.com>

MATLAB 中国: <http://www.mathworks.cn>



1.1.3 MATLAB 的工具箱

MATLAB 拥有功能强大的计算机辅助设计工具, 可以用来解决特定问题, 通常被称为工具箱。具有不同功能函数的工具箱是在基于矩阵运算的 M 文件和 MATLAB 高级语言的基础上, 为帮助不同领域学科进行研究开发的, MATLAB 工具箱大体上可以分为两种类型: 通用工具箱和专用工具箱。

尽管运用 MATLAB 工具箱来解决某一专业问题, 会起到事半功倍的作用, 但是因其较强的专业知识的要求, 对于大多数使用者而言, 只有学习相应的专业知识从而掌握被应用工具箱的函数意义, 才会使工具箱为自己服务。专业性较强的特点不能遮掩工具箱的特色, 工具箱除了内部函数外, 其他源文件都是可读写的, 因此, 使用者可以在源文件的基础上进行修改或者加入自己编写的文件组成新的工具箱, 也就是可以实现二次开发的。MATLAB 工具箱的列表也不是固定不变的, MathWorks 公司每年都会增设一些新的工具箱, 其中大部分是免费的, 使用者可以通过登录 MathWorks 公司的官方网站了解和下载这方面的最新信息。

下面列举几类较常见的 MATLAB 工具箱, 如表 1-2 所示。

表 1-2 较常见的 MATLAB 工具箱

类别	工具箱英文对照
应用数学类	Partial Differential Equation Toolbox (偏微分方程工具箱)
	Optimization Toolbox (最优化工具箱)
	Spline Toolbox (插值运算工具箱)
	Statistics Toolbox (数理统计工具箱)
信号处理类	Signal Processing Toolbox (信号处理工具箱)
	Communication Toolbox (通信工具箱)
	Filter Design Toolbox (滤波设计工具箱)
	Wavelet Toolbox (小波分析工具箱)
控制类	Control Systems Toolbox (控制系统工具箱)
	Robust Control Toolbox (鲁棒控制工具箱)
	Fuzzy Logic Toolbox (模糊控制工具箱)
	Neural Network Toolbox (神经网络工具箱)
	System Identification Toolbox (系统辨识工具箱)
	Model Predictive Control Toolbox (模型预测控制工具箱)

(续)

类别	工具箱英文对照
其他常用类	Matlab Main Toolbox (MATLAB 主工具箱)
	Virtual Reality Toolbox (虚拟现实工具箱)
	Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox (遗传算法和直接搜索工具箱)
	Symbolic Math Toolbox (符号数学工具箱)
	Bioinformatics Toolbox (生物信息工具箱)

从广义上讲, 任何一个用户都可以是工具箱的设计者, 即将自行设计的一组函数放入某一个目录中, 开发一个新的工具箱。每个工具箱目录里都应该含有一个 `contents.m` 文件, 用来描述工具箱中函数组的名称与功能。

【例 1-3】 将 MATLAB 软件安装在计算机的 C 盘, 则 MATLAB 每次启动之后的搜索路径都为默认位置, 即 `C:\Program Files\MATLAB704\work`。如果用户想要了解默认目录下的各函数名称与意义, 可以在此默认目录下的命令窗口中输入以下命令:

```
>> type contents 或者 type contents.m
```

此时在屏幕中将会显示以下内容:

```
% General purpose commands.
% MATLAB Version 7.0.4 (R14SP2) 21-Jan-2005
%
% General information.
%  syntax      - Help on MATLAB command syntax.
%  demo        - Run demonstrations.
%  ver         - MATLAB, Simulink and toolbox version information.
%  version     - MATLAB version information.
%
% Managing the workspace.
%  who         - List current variables.
%  whos        - List current variables, long form.
%  clear       - Clear variables and functions from memory.
%  pack        - Consolidate workspace memory.
%  load        - Load workspace variables from disk.
%  save        - Save workspace variables to disk.
%  saveas     - Save Figure or model to desired output format.
%  memory     - Help for memory limitations.
%  recycle     - Set option to move deleted files to recycle folder.
%  quit       - Quit MATLAB session.
%  exit       - Exit from MATLAB.
%
% Managing commands and functions.
%  what       - List MATLAB-specific files in directory.
%  type      - List M-file.
%  open      - Open files by extension.
```

```
% which - Locate functions and files.
% pcode - Create pre-parsed pseudo-code file (P-file).
% mex - Compile MEX-function.
% inmem - List functions in memory.
% namelengthmax - Maximum length of MATLAB function or variable name.
%
% Managing the search path.
% path - Get/set search path.
% addpath - Add directory to search path.
% rmpath - Remove directory from search path.
% rehash - Refresh function and file system caches.
% import - Import Java packages into the current scope.
% find - Identify file type against standard file handlers on path.
% genpath - Generate recursive toolbox path.
% savepath - Save the current MATLAB path in the pathdef.m file.
%
% Managing the java search path.
% javaaddpath - Add directories to the dynamic java path.
% javaclasspath - Get and set java path.
% javarmpath - Remove directory from dynamic java path.
%
% Controlling the command window.
% echo - Echo commands in M-files.
% more - Control paged output in command window.
% diary - Save text of MATLAB session.
% format - Set output format.
% beep - Produce beep sound.
% desktop - Start and query the MATLAB Desktop.
% preferences - Bring up MATLAB user settable preferences dialog.
%
% Operating system commands.
% cd - Change current working directory.
% copyfile - Copy file or directory.
% movefile - Move file or directory.
% delete - Delete file or graphics object.
% pwd - Show (print) current working directory.
% dir - List directory.
% ls - List directory.
% fileattrib - Set or get attributes of files and directories.
% isdir - True if argument is a directory.
% mkdir - Make new directory.
% rmdir - Remove directory.
% getenv - Get environment variable.
% ! - Execute operating system command (see PUNCT).
% dos - Execute DOS command and return result.
% unix - Execute UNIX command and return result.
```



```

% system      - Execute system command and return result.
% perl        - Execute Perl command and return the result.
% computer    - Computer type.
% isunix      - True for the UNIX version of MATLAB.
% ispc        - True for the PC (Windows) version of MATLAB.
%
% Debugging.
% debug       - List debugging commands.
% mexdebug    - Debug MEX-files.
%
% Tools to locate dependent functions of an M-file.
% depfun      - Locate dependent functions of an M-file or P-file.
% depdir      - Locate dependent directories of an M-file or P-file.
%
% Loading and calling shared libraries.
% calllib     - Call a function in an external library.
% libpointer  - Creates a pointer object for use with external libraries.
% libstruct   - Creates a structure pointer for use with external libraries.
% libisloaded - True if the specified shared library is loaded.
% loadlibrary - Load a shared library into MATLAB.
% libfunctions - Return information on functions in an external library.
% libfunctionsview - View the functions in an external library.
% unloadlibrary - Unload a shared library loaded with LOADLIBRARY.
% java        - Using Java from within MATLAB.
% usejava     - True if the specified Java feature is supported in MATLAB.
%
% See also LANG, DATATYPES, IOFUN, GRAPHICS, OPS, STRFUN, TIMEFUN,
% MATFUN, DEMOS, GRAPHICS, DATAFUN, UITOOLS, DOC, PUNCT, ARITH.

% Obsolete functions.
%
% Others
% matlabpath  - Search path.
% binpatch    - Patch binary file.
% isstudent   - True for MATLAB Student Edition.
% ispuma      - True for computers running Mac OS X 10.1.x.
% prepender   - Utility function.
% xgetselection -
% xsetselection -
%
% GUI Utilities.
% path2rc     - Save the current MATLAB path in the pathdef.m file.

% Copyright 1984-2005 The MathWorks, Inc.
% Generated from Contents.m_template revision 1.1.6.5 $Date: 2004/03/17 20:05:05 $

```

在该文件中，第一行的代码为工具箱的名称，最后两行代码为该工具箱的版权与修改时

间等信息，中间的代码为该工具箱中每个函数的名称与功能。

1.2 系统建模与仿真

仿真是模仿实际系统行为的一类方法和应用手段，通常借助计算机及相应的软件来实现。本节讲述仿真的一般概念及其发展阶段，首先提出什么是系统建模、对什么进行建模，然后讲解仿真的基本概念，在此基础上又介绍了仿真的基本步骤，最后讲述了仿真的发展阶段。

1.2.1 系统建模

像大多数分析方法一样，仿真也涉及系统模型。建模，顾名思义就是建立系统模型的过程，是研究系统的重要前提和手段。

对某些系统，可以直接对实际系统加以实验研究。这种方法如果可以保证系统的其他方面不发生显著变化，就可以得到正确无误的结果，而且不必担心模仿的真实性。例如，要检验提高地铁自动检票机的使用率能否提高检票的速度，可以让相关人员要求乘客使用它们，据此就可统计出数据。但在许多方面，直接对实际系统进行实验研究是相当困难或者根本无法实现的。这时，只有通过建立一个模型进行相关的研究。例如，若要验证关闭某地区银行的一家支行的可行性，不能真的关闭这家支行。对于这种情况，就需要建立一个模型来研究。模型有物理模型和数学模型两类。其中，物理模型是将实际系统按照一定比例微缩制作出来便于分析的小规模系统，也就是各种实际系统的微缩版，例如，实物飞行模拟器等；数学模型是由一系列定量、结构化的近似公式和假设条件组成，用以描述系统当前的或者未来的行为，可以用计算机程序表示出来。本书所研究的模型属数学模型。

根据模型的概念，可以知道建模的一般过程。首先确定数据及其相关过程，然后定义数据，确保数据的完整性，再进行安全检查和备份，最后选择数据存储方式。

1.2.2 仿真的基本概念

仿真的英文名称是 Simulation，利用模型实现实际系统中发生的本质过程，并通过对系统模型的实验来研究存在的或设计中的系统，又称为模拟。这里所指的系统很广泛，不仅包括电气、机械、化工、水力、热力等系统，而且也包括社会、经济、生态、管理等系统。当所研究的系统造价昂贵、实验的危险性大或需要很长的时间，才能了解系统参数变化所引起的后果时，仿真是一种特别有效的研究手段。仿真的重要工具是计算机及相关仿真软件。仿真与数值计算、求解方法的区别在于它首先是一种实验技术。仿真过程包括仿真模型建立和进行仿真实验两个主要步骤。

1.2.3 仿真的基本步骤

当确定如何建模之后，就可以采用相应的软件对模型进行设计和分析。仿真研究的领域比较广泛，不存在一个通用的方法，但是可以根据各种仿真的方法，总结出来一个基本步骤。

1) 不论系统是已有的还是待建的，在研究之前都需要对系统加以实地考察，需要对系统的运行有一个直观和明确的理解，清楚系统是如何运行工作的。

