

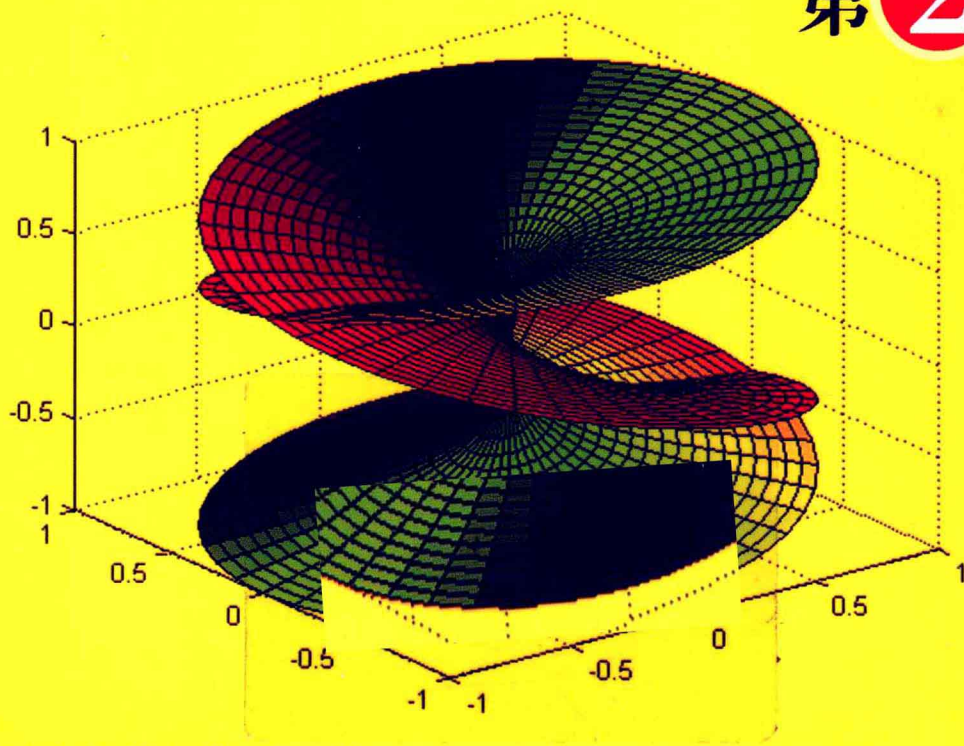
MATLAB 工程应用书库 ◀

# MATLAB

# 数值分析

张德丰 等编著

第2版



网上提供源代码下载  
[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

- ▶ 合理、完善的知识体系结构
- ▶ 内容丰富，重点突出，应用性强
- ▶ 免费提供相关程序源代码下载
- ▶ 深入、详细剖析 MATLAB 工程应用技术



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

MATLAB 工程应用书库

# MATLAB 数值分析

第2版

张德丰 等编著



机械工业出版社

本书以 MATLAB R2011a 为平台编写,介绍了数值分析与应用。全书共 11 章,第 1~3 章讲解了 MATLAB 基础知识,第 4~10 章分别讲解了矩阵分析、求解线性方程(组)、求解非线性方程(组)、插值拟合与变换、MATLAB 的微积分、求解微分方程和 MATLAB 的最优化技术。第 11 章总结性地介绍了数值分析在各个领域中的应用,让读者进一步领略到 MATLAB 的强大功能。

本书可作为理工科各专业的本科生、研究生以及其他专业科技人员学习 MATLAB 数值分析、建模、仿真方面的教材或参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 数值分析 / 张德丰等编著. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2012.2

(MATLAB 工程应用书库)

ISBN 978-7-111-37096-3

I. ①M… II. ①张… III. ①Matlab 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 005013 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:丁 诚 张淑谦

责任编辑:张淑谦 李 宁

责任印制:杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2012 年 3 月第 2 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·26.5 印张·658 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-37096-3

定价:59.80 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

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言



MATLAB R2011a 作为美国 MathWorks 公司开发的用于概念设计、算法开发、建模仿真、实时实现的理想的集成环境，是目前最好的科学计算类软件之一。2011 年 4 月 MATLAB R2011a 最新版正式发行。Release 2011a 新功能包括 MATLAB 和 Simulink 这两种产品的新功能及对 81 种其他产品的更新和缺陷修改程序等内容。

本书讲解的重点是数值分析方法和计算的可视化，同时将 MATLAB 的使用和编程的基本技巧渗透于其中。其中包括矩阵分析、求解线性方程（组）、求解非线性方程（组）、插值拟合与变换、MATLAB 的微积分、求解微分方程、MATLAB 的最优化技术等数值分析的数学基本原理和基本理论分析，还有数值方法在工程、科学和数学问题中的应用，阐述严谨，内容翔实、生动。本书还配备了大量例题，范围从方法原理、算法的基本应用到理论的归纳与扩展。通过这些实例，进一步展现了数值分析的实际应用，以帮助读者领会。

为了使读者对数值分析的学习更灵活生动，本书还详细介绍了数值方法在 MATLAB 中的实现，其中包括数值方法在 MATLAB 中的函数实现和符号法；最新版 MATLAB 的一些数学命令和图形工具，MATLAB 编程和 MATLAB 绘图。读者通过上机练习既加深了对数值分析算法原理的理解，又通过对算法思考和理论的分析，熟练掌握了 MATLAB 的使用，培养和提高了实际计算的能力和技巧。本书结构合理，可读性强，对使用 MATLAB 的科技人员有着重要的参考价值，更可作为“数值分析”课程的教材或参考书。

本书共包括 11 章，下面阐述每章的主要内容。

第 1 章：MATLAB 软件介绍。主要介绍了 MATLAB 发展史及应用、MATLAB 特点、MATLAB 工作环境等内容。

第 2 章：MATLAB 计算基础。主要介绍了 MATLAB 中所使用的变量与常量、运算符、矩阵与数组、数值运算、符号运算等内容。

第 3 章：MATLAB 的程序结构与绘图。主要介绍了文件与程序结构、MATLAB 的程序基本语句、函数、函数的参数、二维绘制及三维绘图等内容。

第 4 章：矩阵分析。主要介绍了矩阵分析应用背景、矩阵特征量、方阵的特征值和特征向量计算、矩阵的分解和 Jordan 标准型等内容。

第 5 章：求解线性方程（组）。主要介绍了线性方程的数值解法、高斯消去法、迭代法、矩阵分解法和 MATLAB 专门函数解法等内容。

第 6 章：求解非线性方程（组）。主要介绍了非线性方程的数值解、非线性方程（组）的符号解、非线性方程组的数值解等内容。

第 7 章：插值拟合与变换。主要介绍了非 MATLAB 自带函数插值、MATLAB 自带函数插值、拟合、傅里叶分析等内容。

第 8 章：MATLAB 的微积分。主要介绍了符号微积分、数值微分、MATLAB 自带函数数值微分、MATLAB 自带函数的数值积分等内容。

第 9 章：求解微分方程。主要介绍了微分方程的基本概念、微分方程的数值解法、常

微分方程的符号解法、常微分方程初始问题数值解、求解延迟微分方程、求解常微分边界问题、求解偏微分方程等内容。

第 10 章：MATLAB 的最优化技术。主要介绍了求解线性规划问题、求解非线性规划问题、求解二次规划、求解最小最大值最优化、求解半无限多元函数最优化问题、求解多目标规划、求解整数规划等内容。

第 11 章：数值分析的实际应用。主要介绍了数值分析在插值中的实际应用、数值分析在微积分中的实际应用、数值分析在非线性方程（组）中的实际应用、数值分析在微分方程中的实际应用、数值分析在最优化中的实际应用、美丽的分形图形等内容。

本书主要由张德丰编著，此外参加编写的还有何正风、周品、赵新芬、赵书兰、余俊渠、刘志为、张欢、丁伟雄、杨文茵、周燕、崔如春和杨跃武。本书力求内容丰富、图文并茂、文字流畅，使之成为一本学习和使用 MATLAB 数值分析方面有价值的参考书。但错误或疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

## 目 录

前言

第 1 章	MATLAB 软件介绍 .....	1
1.1	MATLAB 发展史及应用 .....	1
1.1.1	MATLAB 发展史 .....	1
1.1.2	MATLAB 应用 .....	2
1.2	MATLAB 特点 .....	2
1.2.1	MATLAB 的特点 .....	3
1.2.2	MATLAB R2011a 新特点 .....	4
1.3	MATLAB 安装及激活 .....	5
1.4	MATLAB 工作环境 .....	11
1.4.1	命令窗口 .....	11
1.4.2	工作空间 .....	13
1.4.3	数组编辑窗口 .....	15
1.4.4	命令历史窗口 .....	15
1.4.5	当前文件夹 .....	15
1.4.6	路径设置 .....	16
1.5	MATLAB 帮助系统 .....	17
1.5.1	命令帮助 .....	18
1.5.2	导航浏览交互界面帮助 .....	21
1.5.3	演示文档 .....	22
1.6	MATLAB 程序演示 .....	24
第 2 章	MATLAB 计算基础 .....	29
2.1	变量与常量 .....	29
2.1.1	变量 .....	29
2.1.2	常量 .....	30
2.2	运算符 .....	30
2.2.1	算术运算符 .....	30
2.2.2	关系逻辑运算符 .....	31
2.3	矩阵与数组 .....	32
2.3.1	矩阵的生成及运算 .....	32
2.3.2	稀疏矩阵 .....	34
2.3.3	数组的生成及运算 .....	39
2.3.4	字符串数组 .....	40
2.3.5	元胞数组 .....	43
2.3.6	结构数组 .....	48



2.4	数值运算 .....	52
2.4.1	向量运算 .....	52
2.4.2	多项式运算 .....	53
2.5	符号运算 .....	57
2.5.1	创建符号表达式 .....	57
2.5.2	符号表达式操作与运算 .....	59
2.5.3	符号矩阵 .....	66
<b>第3章</b>	<b>MATLAB 的程序结构与绘图 .....</b>	<b>71</b>
3.1	文件与程序结构 .....	71
3.1.1	M 文件 .....	71
3.1.2	输入与输出 .....	73
3.2	MATLAB 的程序基本语句 .....	74
3.2.1	程序分支控制语句 .....	74
3.2.2	程序循环控制语句 .....	78
3.2.3	程序终止控制语句 .....	82
3.2.4	程序异常处理语句 .....	83
3.3	函数 .....	86
3.3.1	主函数与子函数 .....	86
3.3.2	嵌套函数 .....	87
3.3.3	匿名函数 .....	89
3.3.4	私有函数 .....	90
3.3.5	重载函数 .....	90
3.3.6	内联函数 .....	91
3.4	函数的参数 .....	92
3.4.1	参数传递 .....	92
3.4.2	返回被修改的输入参数 .....	96
3.5	二维绘制 .....	97
3.5.1	基本二维绘图 .....	97
3.5.2	二维绘制处理 .....	100
3.5.3	特殊绘图 .....	105
3.6	三维绘图 .....	114
3.6.1	三维曲线图 .....	114
3.6.2	三维网格图 .....	115
3.6.3	三维曲面图 .....	117
3.7	视角设置 .....	119
<b>第4章</b>	<b>矩阵分析 .....</b>	<b>122</b>
4.1	矩阵分析应用背景 .....	122
4.2	矩阵特征量 .....	123
4.2.1	数值矩阵的基本操作 .....	123

4.2.2	线性方程组	134
4.3	方阵的特征值和特征向量计算	138
4.3.1	幂法	138
4.3.2	反幂法	145
4.4	矩阵的分解	149
4.4.1	Cholesky 分解	149
4.4.2	LU 分解	151
4.4.3	QR 分解	153
4.4.4	SVD 分解	154
4.4.5	Schur 分解	156
4.4.6	Hessenberg 分解	156
4.5	Jordan 标准型	157
第 5 章	求解线性方程 (组)	159
5.1	线性方程的数值解法	159
5.1.1	二分法	159
5.1.2	黄金分割法	161
5.1.3	牛顿法	162
5.1.4	重根的迭代法	163
5.2	高斯消去法	165
5.2.1	顺序消去法	165
5.2.2	列主元 Gauss 消去法	169
5.2.3	Gauss-Jordan 消去法	171
5.3	迭代法	174
5.3.1	雅克比迭代法	175
5.3.2	赛德尔迭代法	177
5.3.3	逐次超松弛迭代法	180
5.4	矩阵分解法	182
5.4.1	LU 分解法	182
5.4.2	QR 分解法	184
5.4.3	Cholesky 分解法	186
5.5	MATLAB 专门函数分解法	187
5.5.1	共轭梯度法	187
5.5.2	非负最小二乘解	192
5.5.3	最小残差法	193
5.5.4	标准最小残差法	195
5.5.5	广义最小残差法	196
第 6 章	求解非线性方程 (组)	198
6.1	非线性方程 (组) 求解概述	198
6.2	非线性方程的数值解	198





6.2.1	二分法	199
6.2.2	迭代法	201
6.2.3	斯蒂芬森加速迭代法	203
6.2.4	牛顿迭代法	205
6.2.5	弦截法	206
6.2.6	抛物线法	208
6.3	非线性方程(组)的符号解	210
6.3.1	求解 $f(x)=0$ 的符号法	210
6.3.2	求解 $f(x)=0$ 的零点	211
6.3.3	求解 $f(x)=0$ 的数值解	212
6.4	非线性方程组的数值解	215
6.4.1	不动点法	215
6.4.2	牛顿迭代法	217
6.4.3	赛德尔迭代法	219
6.4.4	最速下降法	221
6.4.5	共轭梯度法	223
6.4.6	阻尼最小二乘法	225
第7章	插值拟合与变换	228
7.1	插值基本概述	228
7.2	非 MATLAB 自带函数插值	228
7.2.1	拉格朗日插值	228
7.2.2	牛顿插值	231
7.2.3	埃特金插值	234
7.2.4	埃尔米特插值	236
7.3	MATLAB 自带函数插值	238
7.3.1	一维插值	239
7.3.2	二维插值	242
7.3.3	高维插值	247
7.3.4	样条插值	248
7.4	拟合	254
7.4.1	多项式拟合	255
7.4.2	最小二乘拟合	258
7.4.3	加权最小方差拟合	262
7.5	傅里叶分析	265
7.5.1	傅里叶变换	265
7.5.2	快速傅里叶变换	266
第8章	MATLAB 的微积分	271
8.1	符号微积分	271
8.1.1	符号极限	271

8.1.2	符号微分	272
8.1.3	符号积分	273
8.1.4	符号泰勒级数	275
8.1.5	级数求和	276
8.2	数值微分	277
8.2.1	差商法	277
8.2.2	三点式法	280
8.2.3	三次样条法	283
8.3	MATLAB 自带函数数值微分	284
8.4	数值积分	289
8.4.1	抛物型公式积分	290
8.4.2	复化梯形公式积分	291
8.4.3	复化辛普森公式积分	293
8.4.4	龙贝格公式积分	294
8.4.5	高斯求积公式	297
8.5	MATLAB 自带函数的数值积分	301
8.5.1	复合梯形公式积分	301
8.5.2	求解单变量数值积分	304
8.5.3	求解双重数值积分	305
8.5.4	求解三重数值积分	307
第 9 章	求解微分方程	309
9.1	微分方程的基本概念	309
9.2	微分方程的数值解法	310
9.2.1	欧拉法	310
9.2.2	隐式欧拉法	312
9.2.3	改进欧拉法	314
9.2.4	龙格-库塔法	315
9.3	常微分方程的符号解法	322
9.4	常微分方程初始问题数值解	323
9.4.1	一阶微分方程	323
9.4.2	单个高阶微分方程	329
9.4.3	求解刚性微分方程组	334
9.4.4	求解隐式微分方程组	337
9.4.5	求解微分代数方程	340
9.5	求解延迟微分方程	344
9.6	求解常微分边界问题	347
9.7	求解偏微分方程	351
9.7.1	求解偏微分方程组	352
9.7.2	网格化	353



9.7.3	设置边界条件 .....	355
9.7.4	求解二阶偏微分方程 .....	357
第 10 章	MATLAB 的最优化技术 .....	367
10.1	求解线性规划问题 .....	367
10.2	求解非线性规划问题 .....	371
10.2.1	求解无约束非线性规划 .....	371
10.2.2	求解有约束非线性规划 .....	376
10.3	求解二次规划 .....	381
10.4	求解最小最大值最优化 .....	383
10.5	求解半无限多元函数最优化问题 .....	385
10.6	求解多目标规划 .....	386
10.7	求解整数规划 .....	389
第 11 章	数值分析的实际应用 .....	392
11.1	数值分析在插值中的实际应用 .....	392
11.2	数值分析在微积分中的实际应用 .....	395
11.3	数值分析在非线性方程(组)中的实际应用 .....	395
11.4	数值分析在微分方程中的实际应用 .....	397
11.5	数值分析在最优化中的实际应用 .....	403
11.5.1	线性最优化在实际中应用 .....	404
11.5.2	非线性最优化在实际中的应用 .....	406
11.5.3	无约束优化在实际中的应用 .....	409
11.5.4	多目标优化在实际中的应用 .....	410
11.6	美丽的分形图形 .....	412
参考文献	.....	414

# 第1章 MATLAB 软件介绍



MATLAB 是矩阵实验室 (Matrix Laboratory) 的简称, 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件, 用于算法开发、数据可视化、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, 主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。

## 1.1 MATLAB 发展史及应用

MATLAB 是一种用于算法开发、数据可视化、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。借助 MATLAB, 你可以使用传统的编程语言 (如 C、C++ 和 Fortran) 更快地解决技术计算问题。

### 1.1.1 MATLAB 发展史

在 20 世纪 70 年代中期, Cleve Moler 博士和其同事在美国国家科学基金的资助下开发了调用 EISPACK 和 LINPACK 的 Fortran 子程序库。EISPACK 是特征值求解的 Fortran 程序库, LINPACK 是解线性方程的程序库。在当时, 这两个程序库代表矩阵运算的最高水平。

到 20 世纪 70 年代后期, 身为美国 New Mexico 大学计算机系主任的 Cleve Moler, 在给 学生讲授线性代数课程时, 想教学生使用 EISPACK 和 LINPACK 程序库, 但他发现学生用 Fortran 编写接口程序很费时间, 于是他开始自己动手, 利用业余时间为学生编写 EISPACK 和 LINPACK 的接口程序。Cleve Moler 给这个接口程序取名为 MATLAB, 该名是矩阵 (matrix) 和实验室 (laboratory) 两个英文单词的前 3 个字母的组合。在以后的数年里, MATLAB 在多所大学里作为教学辅助软件使用, 并作为面向大众的免费软件广为流传。

1983 年春天, Cleve Moler 到 Stanford 大学讲学, MATLAB 深深地吸引了工程师 John Little。John Little 敏锐地觉察到 MATLAB 在工程领域的广阔前景。同年, 他和 Cleve Moler、Steve Bangert 一起, 用 C 语言开发了第二代专业版。这一代的 MATLAB 语言同时具备了数值计算和数据图示化的功能。

1984 年, Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司, 正式把 MATLAB 推向市场, 并继续进行 MATLAB 的研究和开发。

在当今 30 多个数学类科技应用软件中, 就软件数学处理的原始内核而言, 可分为两大类。一类是数值计算型软件, 如 MATLAB、Xmath、Gauss 等, 这类软件的优点是数值计算, 对处理大批数据效率高; 另一类是数学分析型软件, 如 Mathematica、Maple 等, 这类软件以符号计算见长, 能给出解析解和任意精确解, 其缺点是处理大量数据时效率较低。MathWorks 公司顺应多功能需求的潮流, 在其卓越的数值计算和图示能力的基础上, 又率先

在专业水平上开拓了其符号计算、文字处理、可视化建模和实时控制能力，开发了适合多学科、多部门要求的新一代科技应用软件 MATLAB。经过多年的国际竞争，MATLAB 已经占据了数值软件市场的主导地位。

在 MATLAB 进入市场前，国际上的许多软件包都是直接以 Fortran、C 语言等编程语言开发的。这种软件的缺点是使用面窄，接口简陋，程序结构不开放以及没有标准的基库，很难适应各学科的最新发展，因而很难推广。MATLAB 的出现，为各国科学家开发学科软件提供了新的基础。在 MATLAB 问世不久的 20 世纪 80 年代中期，原先控制领域里的一些软件包纷纷被淘汰或在 MATLAB 上重建。

MathWorks 公司于 1993 年推出了 MATLAB 4.0 版，1995 年推出 4.2C 版 (for win3.x)，1997 年推出 5.0 版，1999 年推出 5.3 版。MATLAB 5.x 较 MATLAB 4.x 无论是界面还是内容都有长足的进展，其帮助信息采用超文本格式和 PDF 格式，在 Netscape 3.0 或 IE 4.0 及以上版本和 Adobe Reader 中可以方便地浏览。

时至今日，经过 MathWorks 公司不断完善，MATLAB 已经发展成为适合多学科、多种工作平台的功能强大的大型软件。在国外，MATLAB 已经经受了多年考验。在欧美等高校，MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具；成为攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。在设计研究单位和工业部门，MATLAB 被广泛用于科学研究和解决各种具体问题。在国内，特别是工程界，MATLAB 一定会盛行起来。可以说，无论你从事工程方面的哪个学科，都能在 MATLAB 里找到合适的功能。

### 1.1.2 MATLAB 应用

MATLAB 是 Simulink 和其他所有 MathWorks 产品的基础，可以通过附加产品进行扩展，以应用于：

- 数学优化。
- 统计和数据分析。
- 控制系统设计和分析。
- 信号处理和通信。
- 图像处理。
- 测试和测量。
- 金融建模和分析。
- 应用程序部署。
- 数据库连接和报表。
- 分布式计算。

## 1.2 MATLAB 特点

被称为第四代计算机语言的 MATLAB，利用其丰富的函数资源，使编程人员从烦琐的程序代码中解放出来。MATLAB 最突出的特点就是简洁，它用更直观的、符合人们思维习惯的代码，代替了 C 和 Fortran 语言的冗长代码，给用户带来最直观、最简洁的程序开发环境。

## 1.2.1 MATLAB 的特点

MATLAB 具有以下特点:

### (1) 友好的工作平台和编程环境

MATLAB 由一系列工具箱组成。这些工具箱非常方便用户使用 MATLAB 函数和文件,其中许多工具箱采用的是图形用户界面,包括 MATLAB 桌面和命令窗口、历史命令窗口、编辑器和调试器、路径搜索和用于用户浏览帮助、工作空间、文件的浏览器。随着 MATLAB 的商业化以及软件本身不断升级, MATLAB 的用户界面也越来越精致,更加接近 Windows 的标准界面,人机交互性更强,操作更简单。新版本的 MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统,极大地方便了用户的使用。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统,程序不必经过编译就可以直接运行,而且能够及时地报告出现的错误及进行出错原因分析。

### (2) 简单易用的程序语言

MATLAB 是一个高级的矩阵/阵列语言,包含控制语句、函数、数据结构,具有输入、输出和面向对象编程特点。用户可以在命令窗口中将输入语句与执行命令同步,也可以先编写好一个较大的复杂的应用程序(M 文件)后再一起运行。新版本的 MATLAB 语言是基于 C++语言基础上的,因此语法特征与 C++语言极为相似,而且更加简单,更加符合科技人员对数学表达式的书写格式,更利于非计算机专业的科技人员使用。MATLAB 语言可移植性好、可拓展性极强,这也是 MATLAB 能够深入到科学研究及工程计算各个领域的重要原因。

### (3) 强大的科学计算机数据处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合,其拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数,可以方便地实现用户所需的各种计算功能。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果,而且经过了各种优化和容错处理。在通常情况下,可以用它来代替底层编程语言,如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下,使用 MATLAB 的编程工作量会大大减少。MATLAB 的这些函数集包括从最简单最基本的函数到诸如矩阵、特征向量、快速傅里叶变换的复杂函数。函数所能解决的问题大致包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程的组的求解、符号运算、傅里叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作以及建模动态仿真等。

### (4) 出色的图形处理功能

- 1) 有一系列绘图函数,可方便地输出复杂的二维、三维图形。
- 2) 高级图形处理,如色彩控制、句柄图形、动画等。
- 3) 图形用户界面(GUI)制作工具,可以制作用户菜单和控件。使用者可以根据自己的需求编写出满意的图形界面。

### (5) 应用广泛的模块集合工具箱

MATLAB 对许多专门的领域都开发了功能强大的模块集和工具箱。一般来说,它们都是由特定领域的专家开发的,用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法而不需要自己编写代码。目前, MATLAB 已经把工具箱延伸到了科学研究和工程应用的诸多领域,如数据采集、数据库接口、概率统计、样条拟合、优化算法、偏微分方程求解、神经

网络、小波分析、信号处理、图像处理、系统辨识、控制系统设计、LMI 控制、鲁棒控制、模型预测、模糊逻辑、金融分析、地图工具、非线性控制设计、实时快速原型及半物理仿真、嵌入式系统开发、定点仿真、DSP 与通信、电力系统仿真等，都在工具箱家族中有了一席之地。

#### (6) 实用的程序接口和发布平台

新版本的 MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库，将 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 代码。允许用户编写与 MATLAB 进行交互的 C 或 C++ 语言程序。另外，MATLAB 网页服务程序还允许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。MATLAB 的一个重要特色就是具有一套程序扩展系统和一组称之为工具箱的特殊应用子程序。工具箱是 MATLAB 函数的子程序库，每一个工具箱都是为某一类学科专业和应用而定制的，主要包括信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析和系统仿真等方面的应用。

#### (7) 应用软件开发（包括用户界面）

在开发环境中，使用户更方便地控制多个文件和图形窗口；在编程方面支持了函数嵌套、有条件中断等；在图形化方面，有了更强大的图形标注和处理功能，包括对图形添加标注和对语句进行注释等；在输入和输出方面，可以直接向 Excel 和 HDF5 进行连接。

#### (8) 源程序的开放性

MATLAB 语言有丰富的库函数和开放性，在进行复杂的数学运算时可以直接调用，而且用户文件和 MATLAB 的库函数在形式上是一样的，所以用户文件可以作为 MATLAB 的库函数来调用。因此，用户可以根据自己的需要，方便地建立新的库函数或扩充原有的库函数，以提高使用 MATLAB 的效率。

开放性是 MATLAB 十分受人们喜爱的主要原因之一，除了内部函数以外，所有的 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件，用户可以对源文件进行修改，也可加入用户自己的文件。开放性使得 MATLAB 成为众多领域的“专家工具”。

为了充分利用 Fortran、C 等语言的资源，包括用户已经编好的 Fortran、C 语言程序，通过建立 MEX 文件的形式，混合编辑，方便地调用有关 Fortran、C 语言的子程序。在 MATLAB 中，又增加了 C/C++ 数学库的内容，并且加强了与 Excel 等应用软件的接口的功能。

#### (9) 可以直接处理声音和图形文件

- 1) 声音文件，如 WAV 文件（wavread、sound 等）。
- 2) 图形文件，如 bmp、gif、pcx、tif、jpeg 等文件。

#### (10) 具有完善的联机帮助功能

- 1) 提供十分详细的帮助文件（PDF、HTML、demo 文件）。
- 2) 联机查询指令：help 指令（help elfun、help exp、help simulink）；lookfor 关键词（lookfor fourier）。

## 1.2.2 MATLAB R2011a 新特点

MATLAB R2011a 新功能包括 MATLAB 和 Simulink 的新功能、两种新产品以及对 81 种其他产品的更新和缺陷修复程序。

MATLAB 产品系列新增的重要功能有：

- 改进了MATLAB中许多线性代数函数的性能。
- Optimization Toolbox（优化工具箱）中针对二次规划的大规模内点求解器，可对二次规划进行解算。
- Financial Toolbox（金融工具箱）中的面向对象的投资组合优化求解器，并附带周转率和交易成本。
- Econometrics Toolbox（计量经济学工具箱）中的 Engle-Granger 和 Johansen 共整测试，以及 VEC 参数估计。
- MATLAB Compiler（编译器）使用Parallel Computing Toolbox（并行计算工具箱）生成的可执行程序 and 组件最多可使用 8 个本地 worker。

新增了可用在 MATLAB 和 Simulink 中进行设计的系统工具箱：

- 新增DSP System Toolbox™产品，结合了 Signal Processing Blockset（信号处理模块）与 Filter Design Toolbox（滤波器设计工具箱）功能。
- 新增Communications System Toolbox（通信系统工具箱）产品，结合了 Communications Toolbox（通信工具箱）与 Communications Blockset（通信模块）功能。
- 新增Computer Vision System Toolbox（计算机视觉系统工具箱）产品，集成了 Video and Image Processing Blockset（视频和图像处理模块）的功能并添加了新的计算机视觉算法。
- 新增Phased Array System Toolbox（相控阵系统工具箱）产品，用于设计、仿真和分析相控阵信号处理系统。

新增代码生成产品有：

- 新增MATLAB Coder（MATLAB 编译器）产品，可直接从 MATLAB 生成可移植 C/C++代码。
- 新增Simulink Coder（Simulink 编译器）产品，结合了 Real-Time Workshop 与 Stateflow Coder 的功能。
- 新增Embedded Coder（嵌入式编译器）产品，结合了 Real-Time Workshop Embedded Coder、Embedded IDE Link 与 Target Support Package 功能。

Simulink 产品系列重要功能：

- 信号记录选择器，能在各模型间比较仿真结果，并在 Simulink 中运行。
- 可在Simulink Report Generator中对来自 XML 文本比较的 Simulink 模型进行合并。
- 对 Simulink HDL Coder、EDA Simulator Link 与 xPC Target 中的 Xilinx 设备提供 FPGA 在环、可自定义 I/O 和板卡支持。
- 可使用SimDriveline中的 Simscape 语言进行自定义组件编写。
- 可使用 Simulink Design Verifier（Simulink 设计验证）中的 Polyspace 技术自动检测溢出、除零设计错误。

## 1.3 MATLAB 安装及激活

MATLAB R2011a 安装及激活与 MATLAB R2010a 安装及激活基本相同。具体安装步骤





如下。

1) 将 MATLAB R2011a 的安装盘放入 CD-ROM 驱动器，系统将自动运行程序进入初始化界面，如图 1-1 所示。

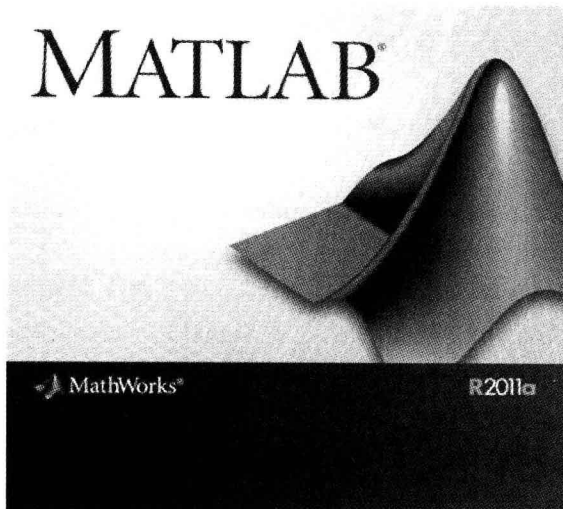


图 1-1 MATLAB R2011a 启动安装界面

2) 启动安装程序后显示的安装窗口如图 1-2 所示。单击“Install without using the Internet (不在互联网上安装程序)”单选按钮，再单击【Next】按钮。

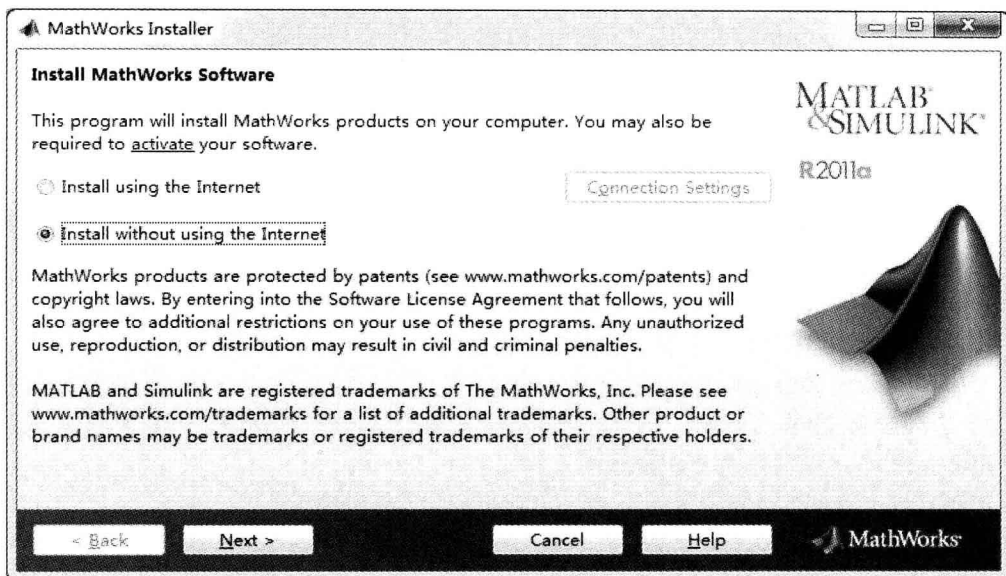


图 1-2 “MathWorks Installer” 窗口

3) 弹出如图 1-3 所示的“License Agreement (查看软件注册协议)”窗口，若同意 MathWorks 公司的安装许可协议，则单击“Yes”单选按钮，再单击【Next】按钮。