

MATLAB仿真与应用系列丛书

详解

本书提供源代码下载

MATLAB

工程科学计算与典型应用

周灵 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

MATLAB 仿真与应用系列丛书

详解 MATLAB 工程科学 计算与典型应用

周灵 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书结合高校数学课程教学和工程科学计算应用的需要,从实用角度出发,通过大量的算法实现和典型应用实例,详尽系统地讲述了 MATLAB 在线性方程组求解、矩阵特征值计算、求导与微分计算、积分计算、非线性方程求解、常微分方程求解、偏微分方程求解、复数与复变函数计算、概率统计计算,以及最优化计算等领域中的应用。其中对 MATLAB 的基础知识及使用方法也做了详细的介绍。

本书可作为本科生和研究生的学习用书,也可作为广大科研人员、学者、工程技术人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

详解 MATLAB 工程科学计算与典型应用 / 周灵编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.6
(MATLAB 仿真与应用系列丛书)

ISBN 978-7-121-10992-8

I.①详… II.①周… III.①计算机辅助计算—软件包, MATLAB—高等学校—教材 IV.①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 099867 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 李蕊 文字编辑: 李雪梅

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 23.25 字数: 595 千字

印 次: 2010 年 6 月第 1 次印刷

册 数: 4000 册 定价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

MATLAB 是矩阵实验室 (Matrix Laboratory) 的简称, 和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。它在数学类科技应用软件中, 在科学计算方面首屈一指。MATLAB 可以进行矩阵运算、绘制函数和数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言的程序等, 主要应用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、金融建模设计与分析等领域。

MathWorks 公司于 2009 年 3 月发布了 MATLAB R2009a, 相比以前版本而言, MATLAB R2009a 不仅包括 MATLAB 和 Simulink 的新特性, 同时还包含 81 个其他产品模块的升级和 bug 修正。从 MATLAB R2009a 开始, MATLAB 和 Simulink 产品家族软件在安装后需要激活才能使用。MATLAB R2009a 将引入 License Center——在线 License 管理的工具。MATLAB R2009a 新版本中, 对产品模块进行了一些调整, MATLAB Builder for COM 的功能集成到 MATLAB Builder for .net 中去了, Financial Time Series Toolbox 的功能集成到 Financial Toolbox 中了。

随着科学的发展, 使用科学计算来验证定理或者结论的方式已经成为一种重要的手段。它具有快速、节省成本及灵活多变等特点。而 MATLAB 已经在科学计算中占有统治地位。同时它的版本每年更新两次, 及时扩充自身的功能, 应用专业领域广泛。这一点是很多同类软件无法比拟的。

理论、实验和计算科学是科学研究的三个支柱。作为科学研究的重要辅助手段, 科学计算可视化在科学研究中发挥了重要作用。本书从 MATLAB 的基础知识入手, 内容涵盖的范围较为广泛。在书中应用大量的示例, 让读者既可以有一个直观的认识, 又可以自己按照示例动手演练。实践证明, 用户在几十分钟的时间内通过对本书的学习就可以掌握 MATLAB 的基础知识, 经过几个小时的使用就能初步掌握, 从而能够进行高效率而富有创造性的计算, MATLAB 是高效的科研助手。

本书共分 9 章, 第 1 章介绍了 MATLAB 软件基本知识, 包括 MATLAB 简介、MATLAB R2009a 的工作环境等基础内容; 第 2 章介绍了 MATLAB 的绘图功能与 GUI 设计, 包括二维绘图、三维绘图、图形用户界面等内容; 第 3 章介绍了 MATLAB 的数值计算的应用, 包括多项式的形式及操作、函数极值、数据分析和统计分析等内容; 第 4 章介绍了符号计算的应用, 包括符号对象的生成、符号变量的相关操作、符号矩阵等内容; 第 5 章介绍了方程求解的应用, 包括方程的近似根计算、非线性方程组的求解等内容; 第 6 章介绍了数据分析的应用, 包括矩阵的基本分析、数据的属性及处理方法分析等内容; 第 7 章介绍了概率与数理统计的应用, 包括随机试验、概率分布、样本的数学特征等内容; 第 8 章介绍了规划问题, 包括线性规划问题、非线性规划问题等内容; 第 9 章介绍了 MATLAB 典型应用, 包括 MATLAB 在机械振动中的应用、MATLAB 在人口预测问题中的应用等内容。

本书结合高校数学课程教学和工程科学计算应用的需要, 从实用角度出发, 通过大量的算法实现和典型应用实例, 详尽系统地讲述了 MATLAB 在线性方程组求解、矩阵特征值计算、求导与微分计算、积分计算、非线性方程求解、常微分方程求解、偏微分方程求解、复数与复

变函数计算、概率统计计算，以及最优化计算等领域中的应用。

本书可以作为广大在校本科生和研究生的学习用书，也可以作为广大科研人员、学者、工程技术人员的参考用书。

为便于学习，本书免费提供所有程序的源代码，读者可通过登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)查找本书下载。

本书主要由周灵负责编写。参与图书编写及源程序校对、调试等工作的还有张德丰、雷小平、周燕、崔如春、李娅、栾颖、刘志为和周品等。

由于时间仓促，加之作者水平有限，所以错误和疏漏之处在所难免。在此，诚恳地期望得到各领域的专家和广大读者的批评指正。

编著者

2010年3月

目 录

第 1 章	MATLAB 软件介绍	1
1.1	MATLAB 简介	1
1.1.1	MATLAB 的概述	1
1.1.2	MATLAB 的发展史	2
1.1.3	MATLAB R2009a 新功能	2
1.2	MATLAB R2009a 的工作环境	4
1.2.1	MATLAB R2009a 的安装与激活	4
1.2.2	MATLAB R2009a 操作桌面	9
1.3	MATLAB 帮助系统	13
1.3.1	MATLAB 的联机帮助系统	13
1.3.2	MATLAB 的命令窗口查询帮助	14
1.3.3	MATLAB 的联机演示系统	17
1.4	MATLAB 的基本运算及常用函数	18
1.5	MATLAB 的常用对象介绍	24
1.5.1	矩阵创建与运算	24
1.5.2	数组创建与运算	29
1.5.3	字符串	30
1.6	MATLAB 的程序设计	31
1.6.1	程序结构	31
1.6.2	M 文件	36
1.6.3	程序设计的辅助函数	37
1.7	元胞数组与结构数组	41
1.7.1	元胞数组	41
1.7.2	结构数组	44
第 2 章	MATLAB 的绘图功能与 GUI 设计	47
2.1	二维绘图	47
2.1.1	基本二维绘图	47
2.1.2	特殊二维绘图	55
2.2	三维绘图	63
2.2.1	三维图形的基本概念	63
2.2.2	空间曲线图	63
2.2.3	空间曲面图	65
2.2.4	三维散点图	67
2.2.5	三维等高线	68
2.2.6	应用实际建模	69
2.3	低层绘图	71

2.3.1	图形对象及其句柄	72
2.3.2	图形对象属性	73
2.3.3	图形对象的创建	75
2.4	图形的高级技术	76
2.4.1	颜色映像	76
2.4.2	视角与光源	80
2.4.3	图像处理	84
2.5	图形用户界面	86
2.5.1	图形用户界面的设计	86
2.5.2	图形用户界面设计工具	90
第3章	MATLAB 的数值计算的应用	98
3.1	多项式的形式及操作	98
3.1.1	多项式形式	98
3.1.2	多项式的相关操作	99
3.2	函数极值	104
3.2.1	一元函数的最小值	104
3.2.2	多元函数的最小值	104
3.3	求函数的导数	106
3.3.1	一元函数的导数与微分	106
3.3.2	参数方程求导	110
3.3.3	多元函数的求导	110
3.3.4	求梯度与方向导数	112
3.3.5	隐函数求导	113
3.4	定积分的近似计算	114
3.4.1	定积分近似计算的几种常用数值方法	114
3.4.2	定积分近似计算的 MATLAB 实现	116
3.5	数据分析和统计分析	120
3.5.1	数据分析函数	120
3.5.2	数据预处理分析	121
3.5.3	傅里叶分析	123
3.6	数值分析	128
第4章	符号计算的应用	130
4.1	符号对象的生成	130
4.1.1	建立符号常量和符号变量	130
4.1.2	符号表达式的建立	131
4.1.3	符号表达式的基本运算	132
4.1.4	确定符号表达式中的变量	135
4.2	符号变量的相关操作	136
4.2.1	符号变量的提取	136
4.2.2	符号变量的代入	137

4.3	符号矩阵	139
4.4	符号级数	142
4.4.1	级数求和	142
4.4.2	级数展开	144
4.5	符号函数	147
4.5.1	复合函数的运算	147
4.5.2	反函数的运算	148
4.5.3	符号函数的二维图	148
4.6	符号微积分与极限	150
4.6.1	符号微分	150
4.6.2	符号积分	153
4.6.3	符号求极限	156
第 5 章	方程求解的应用	158
5.1	方程的近似根计算	158
5.1.1	求方程近似解的常用方法	158
5.1.2	方程的近似根计算的 MATLAB 实现	161
5.2	非线性方程组的求解	166
5.2.1	割线法	166
5.2.2	最速下降法	170
5.2.3	共轭梯度法	171
5.3	线性方程组求解	173
5.3.1	求逆法	173
5.3.2	除法求解	175
5.3.3	初等变换法	175
5.3.4	符号方程组求解	178
5.4	矩阵方程求解	179
5.4.1	线性方程组的求解	179
5.4.2	Lyapunov 方程的求解	182
5.4.3	Riccati 方程的求解	184
5.4.4	Sylvester 方程的求解	185
5.5	微分方程的求解	187
5.5.1	微分方程的基本概念及 MATLAB 命令	187
5.5.2	使用 MATLAB 实现微分方程的解法	189
5.5.3	微分方程的建模示例	191
5.5.4	微分方程在导弹系统的改进应用	197
5.6	偏微分方程的简单介绍	201
第 6 章	数据分析的应用	204
6.1	矩阵的基本分析	204
6.1.1	矩阵基本概念与性质	204
6.1.2	一般逆矩阵与广义逆矩阵	210

6.1.3	矩阵的特征值问题	213
6.2	数据的属性及处理方法分析	216
6.2.1	评价指标矩阵与指标的无量纲化	216
6.2.2	客观性权向量建立的方法	218
6.2.3	评价的步骤	219
6.2.4	数据的属性及处理方法分析的 MATLAB 实现	219
6.3	数据统计处理	222
6.3.1	求和与求积	222
6.3.2	最大值与最小值	223
6.3.3	累加和与累乘积	224
6.3.4	平均值与中值	225
6.3.5	排序与标准方差	226
6.3.6	相关系数	228
6.4	向量的距离与夹角余弦分析	228
6.4.1	向量的各种距离	228
6.4.2	相关函数介绍	229
6.4.3	数据的判别分析	230
6.4.4	向量的距离与夹角余弦分析的 MATLAB 实现	233
第 7 章	概率与数理统计的应用	235
7.1	随机试验	235
7.1.1	随机现象与随机事件	235
7.1.2	事件及运算	236
7.1.3	频率与频率的简单性质	240
7.2	概率分布	241
7.2.1	概率密度函数与分布函数概述	241
7.2.2	常见分布的概率密度函数与分布函数	241
7.2.3	概率问题的求解	248
7.3	样本的数学特征	249
7.3.1	样本及其数学特征基本概念	249
7.3.2	频数直方图及 MATLAB 实现	250
7.4	参数估计	252
7.4.1	参数估计的方法	252
7.4.2	估计量的性能分析	254
7.5	假设检验	258
7.5.1	假设检验的概念与步骤	258
7.5.2	假设检验问题的 MATLAB 实现	259
7.6	方差分析	262
7.6.1	方差分析简述	262
7.6.2	单因子方差分析	264
7.6.3	双因子方差分析	272

7.6.4	多因子方差分析.....	279
7.7	回归分析.....	281
第 8 章	规划问题.....	291
8.1	线性规划问题.....	291
8.1.1	线性规划模型的表示及其概念.....	291
8.1.2	相关函数介绍.....	292
8.1.3	线性规划的 MATLAB 实现.....	293
8.2	非线性规划问题.....	298
8.2.1	非线性规划的数学模型.....	298
8.2.2	相关函数介绍.....	299
8.2.3	二次规划问题.....	300
8.2.4	非线性规划的 MATLAB 实现.....	302
8.3	线性规划单纯形算法.....	307
8.3.1	单纯算法步骤.....	309
8.3.2	单纯形算法参考程序.....	310
8.4	动态规划.....	313
8.4.1	动态规划的基本知识.....	313
8.4.2	逆序算法和 MATLAB 程序.....	314
8.4.3	动态规划的建模实现.....	315
第 9 章	MATLAB 典型应用.....	326
9.1	MATLAB 在机械振动中的应用.....	326
9.2	MATLAB 在汽车运货耗时问题中的应用.....	332
9.3	MATLAB 在优化设计中的应用.....	336
9.4	MATLAB 在计算模拟中的应用.....	339
9.5	MATLAB 在无线电信道通信吞吐中的应用.....	348
9.6	MATLAB 在小波变换及基压中的应用.....	353
参考文献		361

第 1 章 MATLAB 软件介绍

1.1 MATLAB 简介

1.1.1 MATLAB 的概述

数学软件可以使不同专业的学生和科研人员借助计算机进行科学研究和科学计算，在一些国家和地区，数学软件已成为学生和科研人员进行学习和科研活动最得力的助手。MATLAB 是一个功能强大的常用数学软件，它不但可以解决数学中的数值计算问题，还可以解决符号演算问题，并且能够方便地绘出各种函数图形。不管是一个正在学习的大学生，还是在岗的科研人员，在学习或科学研究中遇到棘手的数学问题时，利用 MATLAB 提供的各种数学工具，可以避免做烦琐的数学推导和计算，方便地解决很多数学问题，使用户省出更多的时间和精力做进一步的学习和探索。MATLAB 具有简单、易学、界面友好和使用方便等特点，只要用户有一定的数学知识并了解计算机的基本操作方法就能学习和使用 MATLAB。目前，我们在科研论文、教材等很多地方都看到 MATLAB 的身影。

MATLAB 的基本单位是矩阵，它的表达式与数学、工程计算中常用的形式十分相似，极大地方便了用户学习和使用，故 MATLAB 深受用户欢迎。在欧美一些高等院校，MATLAB 已成为高等数学、线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理等课程的基本工具和攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的技能。在设计和科研部分，MATLAB 被广泛用来研究与解决各种工程问题。

MATLAB 自 1984 年由美国的 Math Works 公司推向市场以来，历经十几年的发展和竞争，现已成为国际最优秀的科技应用软件之一。

MATLAB 这个名字，代表 matrix laboratory。

MATLAB 系统由 5 个主要部分组成：

(1) 开发环境。这是一组工具和程序，帮助用户使用 MATLAB 功能和文件。许多工具是图形用户界面，包括 MATLAB 桌面和命令窗口，命令的历史窗口，编辑器和查错程序，观看帮助信息的浏览器、工作区、文件和搜索路径。

(2) MATLAB 的数学函数库。这是一个计算算法的巨大集合，范围从初等函数，如求和、正弦、余弦和复数运算，到更高级的函数，像矩阵求逆、矩阵特征值、贝塞尔函数和快速傅里叶变换。

(3) MATLAB 语言。一个高级的矩阵/数组语言，具有控制流语句、函数、数据结构、输入/输出和面向对象的程序设计特点。用这种语言能够快速建立运行快且短小的程序，也能建立大的复杂的应用程序。

(4) 图形。MATLAB 有广泛的程序，用于把向量和矩阵显示为图形，以及注释和打印这些图形。它包括高级功能，用于二维和三维数据的形象化、图像处理、动画和演示图形；还包括低级功能，让用户完全定制图形的外观，以及为用户的应用程序建立完全的图形用户界面。

(5) MATLAB 应用程序接口 (API)。这是一个程序库, 允许用户写 C 和 FORTRAN 程序与 MATLAB 交互。其中包含的程序, 用于从 MATLAB 调用程序, 调用 MATLAB 作为计算引擎, 以及读写 MAT 文件。

1.1.2 MATLAB 的发展史

MATLAB 名字由 Matrix (矩阵) 和 Laboratory (实验室) 两词的前 3 个字母组合而成。20 世纪 70 年代后期时任美国新墨西哥大学计算机系主任的 Cleve Moler 博士讲授线性代数课程, 发现应用其他高级编程语言极为不方便, 于是 Cleve Moler 博士和他的同事构思并为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口, 这里就是用 FORTRAN 编写萌芽状态的 MATLAB。以后几年, MATLAB 作为免费软件在大学里被广泛使用, 深受大学生的欢迎。

1984 年, John Little、Cleve Moler 和 Steve Bangert 合作成立了 MathWorks 公司, 专门从事 MATLAB 软件的开发, 并把 MATLAB 正式推向市场。从那时起, MATLAB 的内核采用 C 语言编写, 而且除原有的数值计算能力外, 还新增了数据图视功能。1993 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 4.0 版本; 1995 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 4.2C 版 (For Win3.X)。4.X 版在继承和发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时, 增加了一些功能: ① 推出 Simulink; ② 开发出基于 Word 处理平台的 Notebook; ③ 推出符号计算工具包; ④ 开发了与外部进行直接数据交换的组件, 打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的通路。1997 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 5.0; 2000 年 10 月推出了 MATLAB 6.0; 2002 年 8 月, 推出了 MATLAB 6.5, 从此 MATLAB 拥有了强大的、成系列的交互式界面。2004 年 7 月, 又进一步发展了 MATLAB 7.0, 在 MATLAB 7.0 中仿真模块发展到了 Simulink 6.0。

MATLAB R 系列是从 2006 年开始发布的, MathWorks 公司在技术层面上实现了一次飞跃。从此以后产品发布模式也将改变, 将在每年的 3 月和 9 月进行两次产品发布, 版本的命令方式为“R+年份+代码”, 对应上、下半年的代码分别是 a 和 b。每一次发布都会包含所有的产品模块, 如产品的 new feature、bug fixes 和新产品模块的推出。MATLAB R2009a 是 MathWorks 公司 2009 年 3 月份推出的最新产品。

Math Works 公司于 2009 年 3 月发布了 MATLAB R2009a。相比以前版本而言, MATLAB R2009a 不仅包括 MATLAB 和 Simulink 的新特性, 同时还包含 81 个其他产品模块的升级和 bug 修正。

从 MATLAB R2009a 开始, MATLAB 和 Simulink 产品家族软件在安装后需要激活才能使用。MATLAB R2009a 将引入 License Center——在线 License 管理的工具。

1.1.3 MATLAB R2009a 新功能

1. MATLAB R2009a 新特点

MATLAB 中采用先进的面向对象编程, 包括对类和对象、继承、方法、属性、事件和包的完全支持;

Optimization Toolbox 中针对大量数据优化问题对内部点求解器和并行计算提供支持;

Financial Toolbox 均方差投资优化的线性互补程序;

Parallel Computing Toolbox 对 PBS Pro 和 TORQUE 规划的支持;

Statistics Toolbox 中交叉确认、特性选择、半随机数和并行最小二乘特性;

Simulink 产品家族新特性简要介绍:

- Simulink 中重新设计的多平台库浏览器;
- Real-Time Workshop Embedded Coder 中生成对 AUTOSAR 兼容代码;
- Embedded MATLAB 中 M-Lint 代码分析仪和 Simulink Design Verifier 对 Embedded MATLAB 语言子集函数生成代码进行检查;
- Simulink Verification and Validation 提供对安全关键系统 IEC 61508 设计规则检查;
- Simulink Fixed Point 提供对浮点模型的自动定点转换的指导意见;
- Communication Blockset 针对调制、解调、编码和解码函数的定点支持;
- Embedded IDE Link MU 作为新产品将 Simulink 模型生成代码并应用到 Green Hills MULTI 开发环境中;

MATLAB R2009a 将不再支持 PowerPC 处理器上运行 Macintosh OS X 操作系统,也不支持 Microsoft Windows 2000 操作系统。此外,在 R2009a 中 15 个产品模块被重新命名。

2. MATLAB R2009a 涵盖

MATLAB R2009a 包含 Simulink 8、新产品 Simulink Design Verifier、Link for Analog Devices VisualDSP 以及 82 个产品模块的更新升级及 Bug 修订。

在 R2009a 中 (MATLAB 7.8, Simulink 8), 主要更新了多个产品模块、增加了多达 350 个新特性、增加了对 64 位 Windows 的支持,并新推出了 .net 工具箱。如 R2007b、released on March 1、2007 includes updates to MATLAB and Simulink、two new products released since R2007b, and updates and bug fixes to 82 other products、R2007b adds support for the Intel® based Mac、Windows Vista™、and 64-bit Sun Solaris™ SPARC platforms。

Simulink 是基于 MATLAB 的框图设计环境,可以用来对各种动态系统进行建模、分析和仿真,它的建模范围广泛,可以针对任何能够用数学来描述的系统进行建模,例如,航空航天动力学系统、卫星控制制导系统、通信系统、船舶及汽车等,其中包括连续、离散、条件执行、事件驱动、单速率、多速率和混杂系统等。Simulink 提供了利用鼠标拖放的方法建立系统框图模型的图形界面,而且 Simulink 还提供了丰富的功能块以及不同的专业模块集合,利用 Simulink 几乎可以做到不书写一行代码完成整个动态系统的建模工作。

Stateflow 是一个交互式的设计工具,它基于有限状态理论,可以用来对复杂的事件驱动系统进行建模和仿真。Stateflow 与 Simulink 和 MATLAB 紧集成,可以将 Stateflow 创建的复杂控制逻辑有效地结合到 Simulink 的模型中。

在 MATLAB 产品族中,自动化的代码生成工具主要有 Real-Time Workshop (RTW) 和 Stateflow Coder,这两种代码生成工具可以直接将 Simulink 的模型框图和 Stateflow 的状态图转换成高效优化的程序代码。利用 RTW 生成的代码简洁、可靠、易读。目前 RTW 支持生成标准的 C 语言代码,并且具备了生成其他语言代码的能力。整个代码的生成、编译以及相应的目标下载过程都是自动完成的,用户需要做的仅仅使用鼠标单击几个按钮即可。MathWorks 公司针对不同的实时或非实时操作系统平台,开发了相应的目标选项,配合不同的软硬件系统,可以完成快速控制原型 (Rapid Control Prototype) 开发、硬件在回路中的实时仿真 (Hardware-in-Loop)、产品代码生成等工作。

MATLAB R2009a 新版本中,产品模块进行了一些调整,MATLAB Builder for COM 的功能集成到 MATLAB Builder for .net 中去了,Financial Time Series Toolbox 的功能集成到 Financial Toolbox 中了。MATLAB 将高性能的数值计算和可视化集成在一起,并提供了大量的内置函数,

从而被广泛地应用于科学计算、控制系统、信息处理等领域的分析、仿真和设计工作，而且利用 MATLAB 产品的开放式结构，可以非常容易地对 MATLAB 的功能进行扩充，从而在不断深化对问题认识的同时，不断完善 MATLAB 产品以提高产品自身的竞争能力。

另外，MATLAB 开放性的可扩充体系允许用户开发自定义的系统目标，利用 Real-Time Workshop Embedded Coder 能够直接将 Simulink 的模型转变成效率优化的产品级代码。代码不仅可以是浮点的，还可以是定点的。

MATLAB 开放的产品体系使 MATLAB 成为了诸多领域的开发首选软件，并且 MATLAB 还具有 500 余家第三方合作伙伴，分布在科学计算、机械动力、化工、计算机通信、汽车、金融等领域。接口方式包括了联合建模、数据共享、开发流程衔接等。

1.2 MATLAB R2009a 的工作环境

1.2.1 MATLAB R2009a 的安装与激活

MATLAB R2009a 在安装过程上与 MATLAB R2008 在安装与激活上基本相同，都增加了对 MATLAB 的激活环节。具体安装步骤如下。

(1) 将 MATLAB R2009a 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。

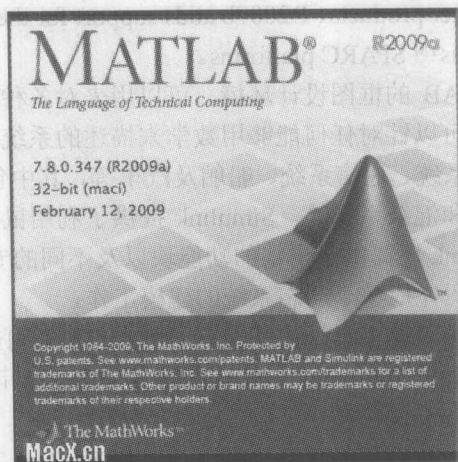


图 1-1 MATLAB R2009a 安装的启动界面

(2) 启动安装程序后显示的安装界面如图 1-2 所示。单击“Install manually without using the Internet”单选按钮，再单击“Next”按钮。

(3) 弹出如图 1-3 所示的“License Agreement”（查看软件注册协议）对话框，若同意 Math Works 公司的安装许可协议，单击“Yes”单选按钮，单击“Next”按钮。

(4) 弹出如图 1-4 所示的“File Installation Key”对话框，输入软件外包装封面或安装许可文件内提供的钥匙，单击“Next”按钮。

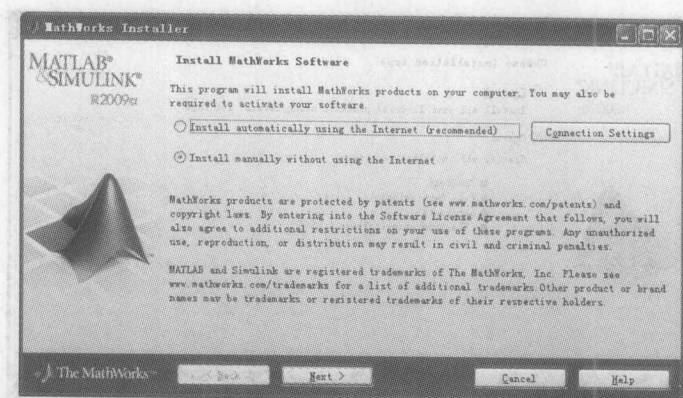


图 1-2 “MathWorks Installer”对话框

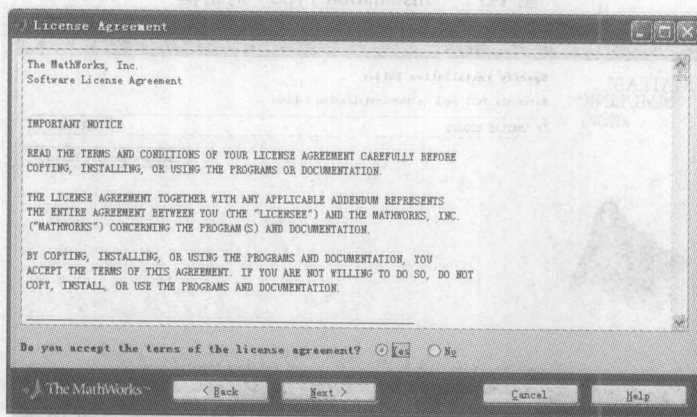


图 1-3 “License Agreement”对话框

(5) 若输出正确的钥匙，系统将弹出如图 1-5 所示的“Installation Type”对话框，可以选择“Typical”或“Custom”安装类型。如果选择“Typical”，MATLAB R2009a 安装工具默认安装所有工具箱及组件，此时所需空间超过 6GB。

(6) 默认路径为 C:\Program File\MATLAB\R2009。用户可以通过单击“Browser”按钮选择其他安装文件夹，如作者选择安装在“F:\MATLAB R2009”下，如果 F 盘下没有“MATLAB R2009”文件夹，安装程序自动建立，此时“Folder Selection”对话框的下部将显示安装硬盘剩余空间及软件安装所需空间大小（图示为全部安装所需软件大小）。单击“Next”按钮，如图 1-6 所示。

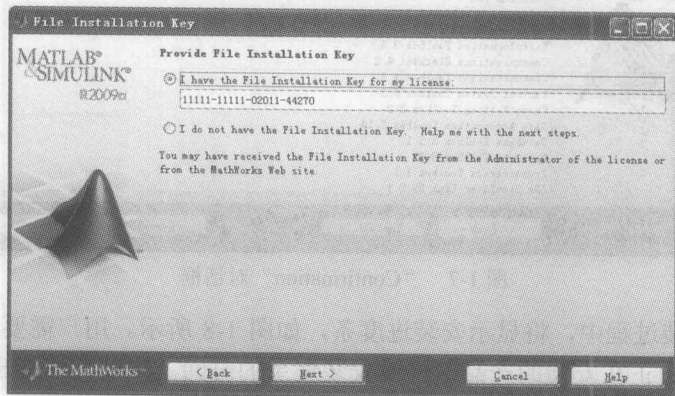


图 1-4 “File Installation Key”对话框

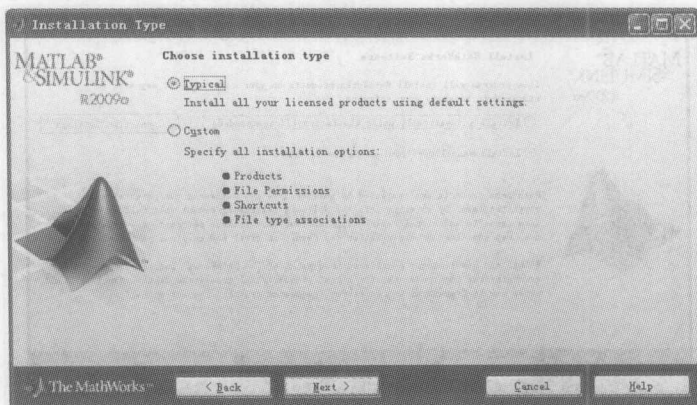


图 1-5 “Installation Type” 对话框

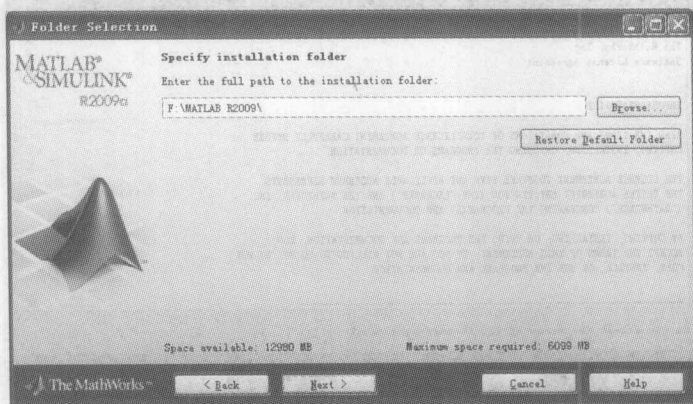


图 1-6 “Folder Selection” 对话框

(7) 确定安装路径的下一步，系统将弹出如图 1-7 所示的“Confirmation”对话框，可以看到用户所默认安装的 MATLAB 组件、安装文件夹等相关信息。单击“Install”按钮，安装开始。

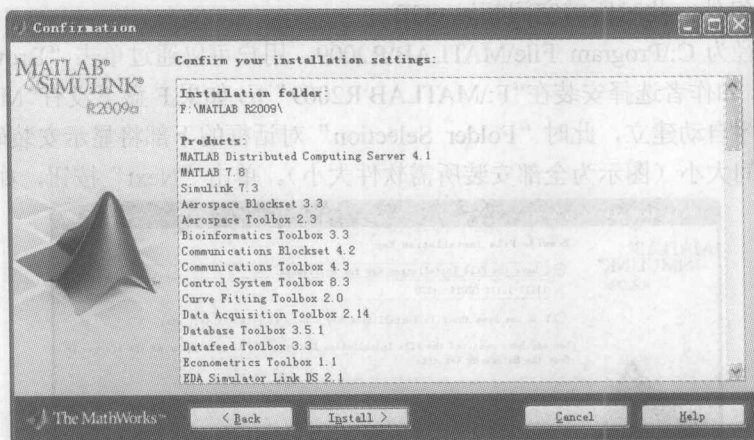


图 1-7 “Confirmation” 对话框

(8) 软件在安装过程中，将显示安装进度条，如图 1-8 所示。用户需要等待产品组件安装完成，同时可以查看正在安装的产品组件及安装剩余的时间。安装完成弹出如图 1-9 所示的“Product Configuration Notes”对话框。

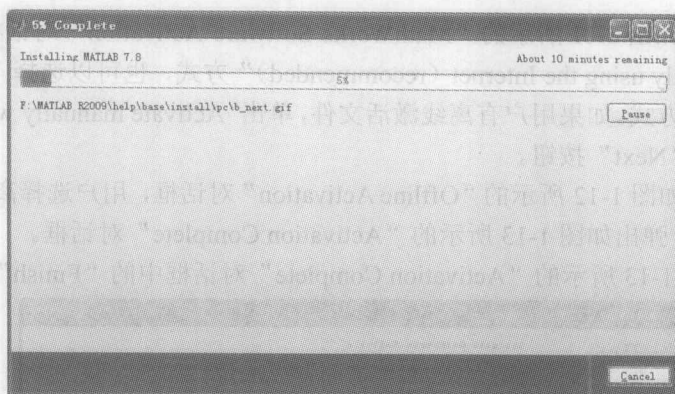


图 1-8 安装进度

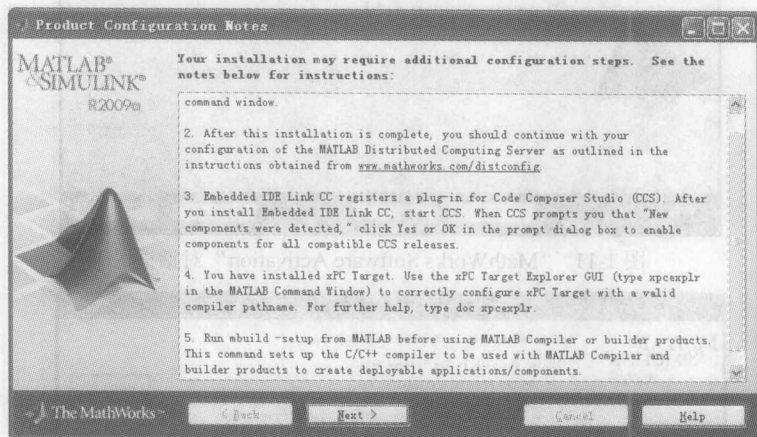


图 1-9 “Product Configuration Notes”对话框

(9) 在安装完产品组件之后, MathWorks 公司需要用户进行产品配置。在如图 1-9 所示的“Product Configuration Notes”对话框中, 单击“Next”按钮。

(10) 安装结束后, 系统将显示一个如图 1-10 所示“Installation Complete”对话框, 用户需要进行 MATLAB 软件的激活操作, 否则软件不能使用, 这是 MathWorks 公司为了保护知识产权从 MATLAB R2008a 起新增设的保护措施。MATLAB R2009 也具有这种保护措施。此时 MATLAB 软件的安装已经完成, 单击“Next”按钮, 进行软件激活。

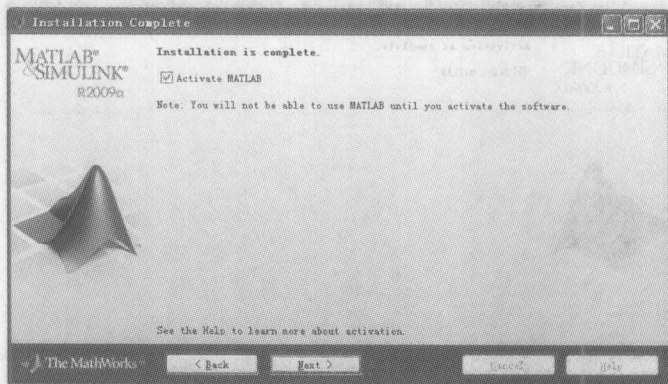


图 1-10 “Installation Complete”对话框