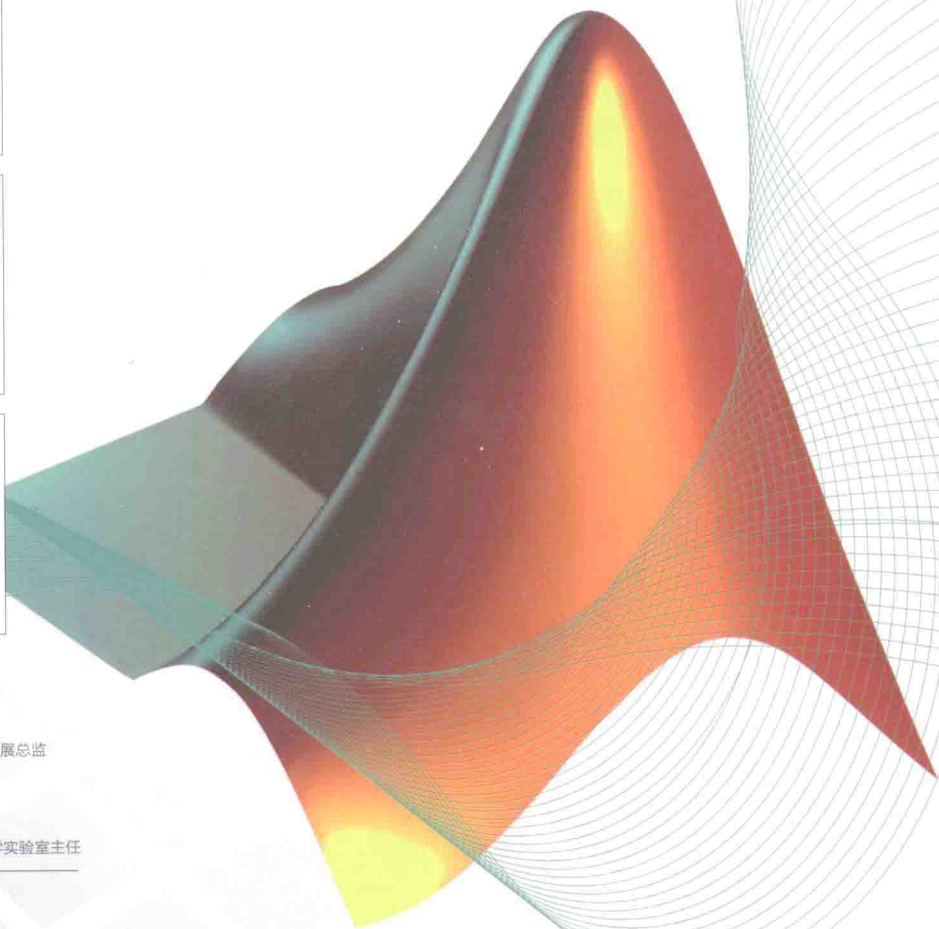
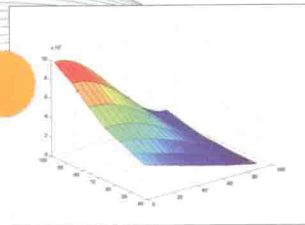
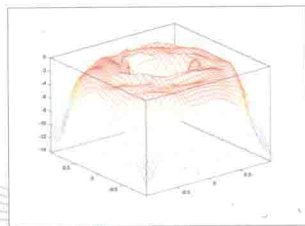
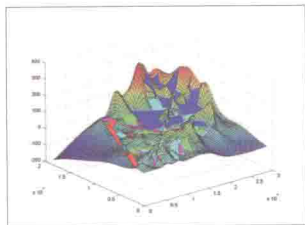


MATLAB

面向对象程序设计

苗志宏 马金强 编著



陈 炜 MathWorks 中国教育业务发展总监

詹福宇 MATLAB技术论坛创始人

谢中华 MATLAB技术论坛创始人
天津科技大学理学院计算科学实验室主任

作序力荐



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

MATLAB

面向对象程序设计

苗志宏 马金强 编著



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以面向对象程序设计方法的基本特征（抽象、封装、继承、多态）为主线，由浅入深、循序渐进地展开，系统介绍了 MATLAB 面向对象程序设计的思想、设计方法等。全书重点突出、通俗易懂，各章节提供大量的程序代码供读者参考练习，多数章节安排了相应的应用实例。全书分为 11 章，主要分为三部分：一是 MATLAB 基本操作和程序设计基础、面向对象程序设计思想，以及 MATLAB 面向对象程序设计特点等（第 1~2 章）；二是详细介绍了 MATLAB 中面向对象程序的开发过程和设计方法（第 3~10 章）；三是 MATLAB 面向对象程序设计方法的综合应用实例（第 11 章）。

本书内容详实、科学合理，图文并茂、实例丰富，讲解系统透彻，通过本书的学习读者可以很快理解 MATLAB 面向对象程序设计的基本思想，掌握其设计方法，提高利用 MATLAB 解决问题的能力 and 效率。本书可以作为高等院校理工科专业大学生、研究生的计算机教材和广大科研人员的参考资料。

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

MATLAB 面向对象程序设计 / 苗志宏，马金强编著. —北京：电子工业出版社，2014.7
ISBN 978-7-121-23344-9

I. ①M… II. ①苗… ②马… III. ①MATLAB 软件—程序设计 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 110719 号

责任编辑：徐津平

印 刷：北京京科印刷有限公司

装 订：三河市鹏成印业有限公司

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：787×1092 1/16 印张：16.75 字数：440 千字

版 次：2014 年 7 月第 1 版

印 次：2014 年 7 月第 1 次印刷

印 数：3000 册 定价：49.00 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。

推荐序一

很荣幸受电子工业出版社张国霞编辑之邀，代表 MathWorks 公司为出版社新书《MATLAB 面向对象程序设计》作序，同时也感谢该书作者苗志宏、马金强两位老师选取了这么一个独特的视角来阐述 MATLAB 软件功能的强大，这在市场上众多介绍 MATLAB 程序设计语言或专业工具箱应用的书籍中显得非常特别。

从 MATLAB 自身定位来说，这是一种用于数值计算、可视化及程序设计的高级语言和交互式环境。使用 MATLAB，可以分析数据、开发算法、创建模型和应用程序。借助其语言、工具和内置数学函数，可以探求多种方法，比电子表格或传统程序设计语言（如 C/C++ 或 Java）更快地求取结果。但正是由于其丰富的库函数和灵活的程序设计风格，使得很多用户喜欢将 MATLAB 看作是一系列函数的集合，或者直接就是一系列对电脑下达的指令，从而忽视了程序的严谨与规范，使得在进行大型应用程序和数据结构的开发和维护时捉襟见肘。

从程序开发的角度来说，面向对象是一种程序设计规范，同时也是一种程序开发的方法。对象指的是类的实例。将对象作为程序的基本单元，把程序和数据封装于其中，以提高软件的重用性、灵活性和扩展性。从 R2008a 开始，MATLAB 在这个方面终于有了一系列的重大更新，全新定义了如何在 MATLAB 中进行面向对象程序设计，比如：在类定义文件中如何定义各种属性、方法和事件，并控制其访问属性；通过定义句柄（handle）类，利用引用（reference）行为来处理类，帮助数据结构的创建，如链表；事件和监听特性，允许监控对象属性的变化和行为等。这些基本特征都在本书中得到了详细的介绍。

如作者所述，目前流行的 C++、Java 以及 C# 语言都是支持面向对象程序设计的语言，我们完全可以在这些语言上利用面向对象程序设计方法设计出复杂的应用软件。然而 MATLAB 具有强大的数据可视化功能以及包含诸多面向不同领域的工具箱，并且它是一个开放式、可扩展的程序设计环境，因此，可以充分利用 MATLAB 所提供的这些工具箱和各种功能，以面向对象的程序设计方法来更加方便、快捷地设计应用程序，以便解决不同领域中的实际问题。

因此，我相信随着此书的出版，必将大大方便大家对 MATLAB 面向对象程序设计的学习，加强 MATLAB 在该领域中的推广，提升大家的工程应用能力。在此，我郑重向大家推荐此书。

MathWorks 中国教育业务发展总监

陈炜博士

2014 年 5 月于上海

推荐序二

面向对象程序设计 (Object-oriented programming, OOP) 是建立在对事物科学分类和描述基础上的程序设计方法, 采用面向对象方法可以使系统各部分各司其职、各尽所能, 为程序设计人员敞开了一扇大门, 使程序设计的代码更简洁、更易于维护, 并且具有更强的可重用性。

使用 MATLAB 将近 10 年了, MATLAB 在 R008a 正式公开引入面向对象程序设计, OOP 的加入使科学计算语言 MATLAB 更完美、更完整和更系统。本人也是 MATLAB OOP 的勇敢尝鲜者, 目前写的绝大部分代码均采用面向对象的形式。

Package: 相当于 C++ 中的命令空间。程序员可用的单词数并不太多, 并且不同人写的程序不可避免地出现函数重名现象, Package 可以有效地解决这个问题。Package 可以包含函数 (Function)、类 (Class) 和包 (Package) 等。MATLAB 安装目录下有很多 “+” 开头的文件夹就是 Package。

Class: MATLAB 包含数值类 (Value) 和句柄类 (Handle), 其中句柄类相当于 C++ 中的引用 (Reference), 这是 MATLAB 语言自身的革命。有了句柄类, 就可以在一个地方修改类属性, 所有类对象拷贝中同步更新, 同时句柄类提供了事件监听。MATLAB 安装目录下有很多 “@” 开头的文件夹就是 Class。

Properties: MATLAB 的 Properties 相对其他程序设计语言拥有更多的特性, 使用户能更好地控制自己的 Properties。唯一的遗憾就是不支持 static 特性。

Methods: 同样, MATLAB 的 Methods 具有很多特性, 辅助控制用户权限等。类似 C#, MATLAB 为 Properties 提供了两个特殊的方法: set() 和 get(), 它们极大地丰富了对 Properties 的控制, 一般 set() 方法最好配合 AbortSet 特性。

Event: 事件是类似于 MFC 的消息, 但是比消息更加强大, C++ 没有事件的概念。当事件发生的时候, Event 定义类可以将事件广播出去, 所有监听该事件的类均会收到这个消息, 然后各自采取相应行动。Event 在不修改原始类的前提下, 完成了 1 对 N 的过程。

Enumeration: MATLAB 将枚举作为一种特殊的类, MATLAB 枚举类相对其他语言有两个优势, 一是继承于数值类的枚举对象支持数学运算, 比如 Color.Red+Color.Blue; 二是允许多个枚举对象使用相同的值, 比如 Switch.On、Switch.Open 和 Switch.True 都可以等于 1, 它们表示同一个枚举值。

本书是国内介绍和推广 MATLAB 面向对象程序设计的先驱, 相信本书的读者在阅读完书籍内容以后, 对 MATLAB 有一种更新、更全、更高的认识: MATLAB 不仅仅是一条条指令的集合和一个个工具箱的累加, 它还是一种完整的、系统的高级科学计算程序设计语言。

如果迈粉们在 MATLAB 学习和使用过程中遇到任何疑问, 尤其是 Simulink 基于模型设计方面, 欢迎大家来网站 <http://www.matlabsky.com> 交流。另外本人编著的《MATLAB 图像处理 30 个案例分析》一书预计在今年出版, 欢迎点评指正。

MATLAB 技术论坛创始人
詹福宇 (Dynamic)
2014 年 5 月 于成都

推荐序三

MATLAB 是一种面向对象的高级程序设计语言,有着简单的语法规则和包罗万象的工具箱,在多个领域均有广泛的应用,受到越来越多程序开发人员的青睐。面向对象的程序设计,就是把面向对象的思想应用到软件工程中,并指导开发维护软件。MATLAB 吸取了面向对象程序设计语言的优点,将数据和对数据的各种操作封装成类,通过创建类对象(即类的实例),调用类方法完成对数据的操作。这样做不仅增强了数据的安全性,而且提高了代码的可重用性、可维护性和可扩展性,这也使得进行大型应用程序的开发、维护变得更加便捷。

国内出版的有关 MATLAB 的著作可谓汗牛充栋,然而系统介绍 MATLAB 面向对象程序设计的著作并不多见,这也正是本书的价值所在。在 MATLAB 新近发布的版本中,出现了越来越多的类,接触过新版本的用户也会觉得 MATLAB 越来越好用,但是大部分的用户并不知道什么是 MATLAB 类,而本书结合实例,用朴实和严谨的语言系统介绍了 MATLAB 面向对象程序设计的基本概念和程序实现方法。我认为这是一本非常值得向希望系统学习 MATLAB 面向对象程序设计技术的程序开发人员、工程技术人员、科研人员 and 高校学生推荐的好书,在此书即将出版之际,我很荣幸为本书作序,向广大读者推荐此书。

MATLAB 技术论坛创始人
天津科技大学理学院计算科学实验室主任
谢中华
2014 年 5 月

前 言

MATLAB 是 MathWorks 公司针对科学和工程计算开发的一款交互式软件，目前已发展成为集数值处理、图形处理、数学建模、实时控制、动态仿真和信号处理为一体的数学应用软件，并且成为目前世界上使用最广泛的科学计算机软件之一。

虽然 MATLAB 的早期版本中已有类的概念，但其功能一般。从 MATLAB R2008a 开始，MathWorks 对 MATLAB 的面向程序设计进行了一些重大更新，吸取了面向对象程序设计语言的优点，除了支持封装、继承和多态这些基本特征外，还支持包括属性、事件等新的特征，这使得进行大型应用程序的开发、维护变得更加便捷，并显著增加代码的可重用性、可维护性和可扩展性。

然而，目前国内图书市场上有关 MATLAB 的书籍多偏重于 MATLAB 语言程序设计介绍和各种工具箱的专题介绍，专门介绍 MATLAB 面向对象程序设计的书籍还很少见到，只是在部分书籍中简单提及过。另一方面，目前大多数 MATLAB 的使用者在编写程序时常采用面向过程的结构化设计思想来组织程序，MATLAB 面向对象程序设计的方法还较少被使用。

结构化程序设计方法由于采用了模块分解与功能抽象以及自顶向下、分而治之的策略，从而有效地将一个复杂的程序设计系统的设计任务分解成许多易于控制和处理的子任务，使其便于开发和维护。但是它的缺点是：把数据与对数据的操作分离开来，数据的安全性很难得到保证；当数据结构发生改变时，所有相关的处理函数都要进行相应的修改，程序的可重用性差；特别是在开发图形用户界面应用程序时，程序的开发越来越困难。而面向对象程序设计强调直接面对客观存在的事物来进行软件开发，将人们认识事物的习惯思维方式应用于软件开发中。面向对象程序设计将数据和对象数据的操作封装在一起，形成一个有机的整体，使程序模块之间的关系更加简单、独立性更强，这样就使数据的安全性得到良好的保障。此外，通过面向对象程序设计的继承和多态机制可以大大提高程序的可重用性，从而提高程序开发的效率。

目前流行的 C++、Java 以及 C#语言都是支持面向对象程序设计的语言，我们完全可以基于这些语言，利用面向对象程序设计的方法设计出复杂的应用软件。然而 MATLAB 具有强大数据可视化功能以及包含诸多面向不同领域的工具箱，并且它是一个开放式、可扩展的程序设计环境，因此可以充分利用 MATLAB 所提供的这些工具箱和各种功能，以面向对象程序设计的方法来更加方便、快捷地设计应用程序，从而解决不同领域中的实际问题。

为此，我们经过几年来的不断教学和实践，精心编写了《MATLAB 面向对象程序设计》一书，全书按照面向对象程序设计的基本特征为主线，兼顾了 MATLAB 中一些特有功能，合理组织内容，力求知识点讲解透彻，同时尽可能多地穿插应用实例。全书共 11 章，具体内容如下。

第 1 章：MATLAB 概述，介绍 MATLAB 的发展历程、体系结构、主要特征，MATLAB 的安装与运行，MATLAB 的集成环境和帮助系统的使用，MATLAB 程序设计基础知识以及 MATLAB 图形用户界面的设计。

第 2 章：MATLAB 面向对象程序设计概述，介绍面向对象程序设计的基本思想、特征，

MATLAB 中面向对象程序设计的基本流程、特点以及与其他面向对象程序设计语言的区别等。

第 3 章：按照“封装”的基本特征，主要介绍 MATLAB 面向对象程序设计中的核心概念“类及对象”，详细介绍在 MATLAB 下如何声明一个类、如何创建一个对象、如何编写一个类的构造函数以及类成员的访问控制等问题。这一章以介绍 value 型类为主。

第 4 章：主要介绍 MATLAB 下“继承与派生”有关的一些概念，如继承与派生、基类与派生类、单继承和多重继承等。

第 5 章：主要介绍 handle 型类和对象的概念、handle 型类析构函数的定义、深拷贝和浅拷贝原理、如何使属性成员实现句柄图形类型的标准 set/get 接口风格以及在类中动态添加属性成员的过程。

第 6 章：主要介绍 MATLAB 面向对象程序设计中的对象阵列的创建过程。

第 7 章：按照“多态性”的基本特征，介绍 MATLAB 面向对象程序设计中的函数重载、运算符重载等内容。

第 8 章：主要介绍事件和听众的概念，以及如何使用事件模型来实现基于事件驱动的、具有交互响应功能的程序设计过程。

第 9 章：主要讲解 MATLAB 中枚举的作用、枚举类的定义方法和使用等。

第 10 章：主要讲解元类的基本概念，元类、元对象的使用方法，并结合实例详细介绍如何利用类元数据获取类信息的步骤、方法等。

第 11 章：综合前面介绍的内容，将 MATLAB 面向对象程序设计方法应用到关于倒立摆控制仿真设计和元胞自动机模拟设计问题中。

本书编写过程中大量参考了 MATLAB 软件帮助文档中的相关内容和实例；在涉及 MATLAB 的基本操作中，参考了文献[1~6]中的部分内容；在讲解面向对象程序设计的基本原理时，参照了文献[7~10]的部分内容；在元胞自动机模拟实现中，参考了文献[11~12]的部分内容。在此，向这些作者们表示谢意。作者在编写本书的过程中，对于书中每个原理都亲自在 MATLAB 上进行了检验，并为此编写了大量的验证性代码，某些部分的内容描述是作者归纳总结的结果，书中多数应用实例的程序设计具有一定的原创性。

本书由苗志宏负责统稿工作，并编写了第 3、4、5、6、7、8、11 章的内容，马金强编写了第 1、2、9、10 章的内容，李智慧参与了书稿的审阅工作。本书写作之初还得到了电子工业出版社张国霞编辑的鼓励和支持，在此深表谢意。由于作者能力所限，又是初次将 MATLAB 中面向对象程序设计的内容进行归纳、总结，书中难免存在错误和不足之处，诚挚欢迎各位同行、读者的批评指正。作者电子邮箱地址：miaozhh@21cn.com。

苗志宏

2014 年 5 月 9 日

目 录

第 1 章	MATLAB 入门	1
1.1	MATLAB 概述	1
1.1.1	MATLAB 的发展史	1
1.1.2	MATLAB 体系结构	2
1.1.3	MATLAB 功能特点	2
1.2	MATLAB 的安装与运行	4
1.2.1	MATLAB 的安装与激活	4
1.2.2	MATLAB 的启动与退出	7
1.3	MATLAB 开发环境	7
1.3.1	菜单栏	8
1.3.2	工具栏	12
1.3.3	MATLAB 的窗口	12
1.4	MATLAB 帮助和演示系统	17
1.4.1	命令窗口帮助系统	17
1.4.2	联机帮助	18
1.4.3	联机演示系统	19
1.5	矩阵及其运算	20
1.5.1	创建矩阵	20
1.5.2	矩阵访问	23
1.5.3	矩阵的赋值	24
1.5.4	矩阵的四则运算	25
1.5.5	点运算	26
1.5.6	矩阵的其他运算	27
1.5.7	矩阵操作	30
1.6	MATLAB 图形用户界面设计	32
1.6.1	图形对象和句柄	32
1.6.2	图形窗口及坐标轴	34
1.6.3	用户界面对象	37
1.6.4	图形用户界面设计开发环境	41
1.7	小结	46
	思考与练习	46
第 2 章	MATLAB 面向对象程序设计概述	47
2.1	MATLAB 程序设计基础	47
2.1.1	MATLAB 的变量及数据类型	47
2.1.2	运算符与操作符	50
2.1.3	M 文件介绍	51
2.1.4	函数的类型	54

2.1.5	MATLAB 的程序设计原则	55
2.2	面向对象程序设计方法简介	56
2.2.1	程序设计方法的发展概述	56
2.2.2	面向对象程序设计方法	56
2.2.3	面向对象程序设计方法的优越性	57
2.2.4	面向对象程序设计的基本概念	57
2.2.5	面向对象程序设计方法中的基本特征	58
2.3	MATLAB 面向对象程序设计简介	59
2.3.1	MATLAB 中的类和对象	59
2.3.2	MATLAB 中类的设计、定义	61
2.4	MATLAB 面向对象程序设计特点	63
2.4.1	MATLAB 面向对象程序设计的特点	63
2.4.2	MATLAB 面向对象程序设计与其他语言	63
2.5	小结	64
	思考与练习	64
第 3 章	MATLAB 中的类和对象	65
3.1	类的声明	65
3.1.1	类的声明	65
3.1.2	对象的创建和使用	66
3.1.3	类的特性	67
3.1.4	类定义的组织形式	67
3.1.5	命名空间和包	68
3.2	类的属性成员及访问控制	71
3.2.1	属性成员的声明和初始化	71
3.2.2	属性成员的特性	71
3.2.3	属性成员的 set 和 get 方法	74
3.2.4	属性成员的访问控制	77
3.3	类的方法及访问控制	78
3.3.1	普通方法及访问控制	79
3.3.2	构造函数	81
3.3.3	静态方法	83
3.3.4	类型转换方法	85
3.4	类的组合	87
3.4.1	内嵌对象	88
3.4.2	类的优先级问题	88
3.4.3	对象的保存与加载	91
3.5	小结	92
	思考与习题	93
第 4 章	MATLAB 中的继承与派生	94
4.1	类的继承与派生	94

4.1.1	继承与派生的概念	94
4.1.2	派生类的定义	95
4.1.3	派生类生成过程	96
4.1.4	用派生类创建一个类的别名	99
4.2	派生类的构造函数	99
4.2.1	构造函数的建立	99
4.2.2	派生类构造函数执行的顺序	102
4.3	多重继承中的成员标识问题	104
4.3.1	属性成员名称冲突	105
4.3.2	方法名称冲突	105
4.3.3	事件名称冲突	107
4.4	指定容许派生的类	108
4.5	类成员的访问控制	109
4.5.1	属性成员的访问控制	109
4.5.2	方法的访问控制	110
4.5.3	事件的访问控制	114
4.6	定义 MATLAB 内置类型的派生类	115
4.6.1	MATLAB 的内置类	115
4.6.2	定义 MATLAB 内置类的派生类	115
4.7	小结	120
	思考与练习	120
第 5 章	handle 型类	122
5.1	handle 型类的声明	122
5.2	类 handle 的介绍	124
5.3	属性成员 set/get 接口的实现	125
5.4	动态属性成员的实现	127
5.5	handle 型类的析构函数	130
5.6	handle-兼容类	135
5.7	深拷贝与浅拷贝	136
5.7.1	深拷贝与浅拷贝的概念	136
5.7.2	matlab.mixin.Copyable 类简介	138
5.7.3	深拷贝的实现	139
5.8	应用实例	142
5.8.1	问题的提出	142
5.8.2	类的设计	142
5.8.3	源程序及运行效果	143
5.9	小结	146
	思考与练习	146
第 6 章	对象阵列	147
6.1	MATLAB 中常用的阵列形式	147

6.1.1	数组的概念	147
6.1.2	几种常用的数组	147
6.2	创建对象数组	153
6.2.1	如何创建对象数组	154
6.2.2	在对象数组上添加动态属性成员	157
6.3	不同类型对象组成的对象数组	158
6.3.1	不同类型对象的连接	158
6.3.2	转换方法的实现	159
6.4	多相对象数组	160
6.4.1	matlab.mixin.Heterogeneous 类及多相数组创建	161
6.4.2	多相数组的下标索引和连接	162
6.4.3	convertObject 方法	163
6.5	小结	164
	思考与练习	164
第 7 章	多态性	165
7.1	函数重载	165
7.2	运算符重载	169
7.2.1	运算符重载的实现	170
7.2.2	运算符重载中的优先级问题	172
7.2.3	subsref 和 subsasgn 的重载	173
7.3	抽象类	179
7.3.1	抽象类的定义	179
7.3.2	有关抽象类的特殊规定	180
7.3.3	一个例子	180
7.4	小结	183
	思考练习	183
第 8 章	事件与听众	185
8.1	事件与听众的概念	185
8.1.1	事件的概念及事件模型	185
8.1.2	听众的概念	186
8.2	定义事件和听众	186
8.2.1	如何命名一个事件	186
8.2.2	事件触发和广播	188
8.2.3	如何响应事件(听众的定义)	189
8.2.4	听众的几种创建方式	190
8.2.5	回调函数定义和调用	191
8.2.6	一个例子	192
8.3	属性成员事件的收听	197
8.3.1	属性成员事件	197
8.3.2	为属性成员事件创建听众	198

8.3.3	为听众定义回调函数	199
8.3.4	属性成员的 AbortSet 属性	199
8.4	动态属性成员事件响应	201
8.5	应用实例	204
8.5.1	问题的提出	204
8.5.2	类的设计	204
8.5.3	源程序及运行效果	205
8.6	小结	209
	思考与练习	209
第 9 章	枚举	210
9.1	枚举概述	210
9.1.1	相关术语	210
9.1.2	枚举类型的分类	210
9.2	枚举类的定义和使用	211
9.2.1	枚举类的定义	211
9.2.2	枚举类中的方法	212
9.2.3	在枚举类中定义属性成员	212
9.2.4	枚举类的使用	213
9.2.5	枚举类与阵列	216
9.2.6	枚举类的构造函数调用顺序	216
9.2.7	枚举类在应用中的一些限制	217
9.3	小结	218
	思考与练习	218
第 10 章	利用类元数据获取类信息	219
10.1	类元数据简介	219
10.1.1	相关概念	219
10.1.2	元类对象的创建和使用方法	219
10.2	元数据的使用	220
10.2.1	使用元数据查阅类和对象	220
10.2.2	查找具有指定设置的对象	223
10.2.3	获得关于属性成员的信息	225
10.2.4	获得属性成员的默认值	228
10.3	小结	230
	思考与练习	230
第 11 章	综合应用实例	231
11.1	倒立摆控制演示实例	231
11.2	元胞自动机演示实例	237
11.3	小结	242
	思考与练习	242
附录	MATLAB 中的函数分类索引	243
	参考文献	251

实例目录

例 1-1	20
例 1-2	21
例 1-3	21
例 1-4	21
例 1-5	22
例 1-6	23
例 1-7	24
例 1-8	24
例 1-9	25
例 1-10	25
例 1-11	26
例 1-12	26
例 1-13	27
例 1-14	27
例 1-15	28
例 1-16	28
例 1-17	29
例 1-18	29
例 1-19	30
例 1-20	30
例 1-21	31
例 1-22	35
例 1-23	37
例 1-24	40
例 1-25	43
例 2-1	53
例 2-2	53
例 3-1	76
例 3-2	83
例 3-3	85
例 3-4	88
例 4-1	100
例 4-2	103
例 4-3	117
例 5-1	122
例 5-2	126

例 5-3	128
例 5-4	131
例 5-5	139
例 6-1	149
例 6-2	153
例 7-1	174
例 7-2	177
例 7-3	180
例 8-1	190
例 8-2	193
例 8-3	200
例 9-1	212
例 9-2	212
例 9-3	215
例 10-1	220
例 10-2	223
例 10-3	225
例 10-4	227

第1章 MATLAB 入门

目前 MATLAB 和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。其中 MATLAB 是由美国 MathWorks 公司发布的，主要面向科学计算、可视化以及交互式程序而设计的集成环境，它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中，为科学研究、工程设计以及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案，在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言（如 C 和 FORTRAN）的编辑模式，受到越来越多科研人员的青睐。本章作为开篇，将主要介绍 MATLAB 的发展、主要功能、特色、开发环境和基本操作等基础知识。

1.1 MATLAB 概述

1.1.1 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，即“矩阵实验室”的单词缩写组合，它最早是由 New Mexico 大学的 Cleve Moler 教授创建的。1980 年前后，Cleve Moler 教授在给学生讲授线性代数时，让学生使用当时的线性代数软件包 LINPACK 和基于特征计算的软件包 EISPACK 求解线性代数问题。在使用过程中，Cleve Moler 教授发现学生花费了很多时间用在编写接口函数上。为了方便学生使用，他便自己动手编写接口函数，并命名为 MATLAB。早期的 MATLAB 是用 FORTRAN 语言编写的，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功能外，还新增了数据图视功能。1993 年，MathWorks 公司推出 MATLAB 4.0；1995 年，推出 MATLAB 4.2C（For Windows 3.X）。MATLAB 4.X 在继承和发展其原有的数值计算和图形可视功能的同时，增加了一些新功能：推出 Simulink；开发出基于 Word 处理平台的 Notebook；推出符号计算工具包；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、处理和硬件开发的道路。1997 年，MathWorks 公司推出 MATLAB 5.0；2000 年 10 月，推出 MATLAB 6.0；2002 年 8 月，推出 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，又进一步推出 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发生了改变，每年的 3 月和 9 月进行两次产品发布，版本的命名方式为“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，不仅包含各个产品模块的新特性升级和 Bug 修正，还包含新产品模块的推出。本书所讲述的 MATLAB R2012a 是 MathWorks 公司 2012 年 3 月份推出的产品。

提示：从 MATLAB R2008a 开始，MATLAB 和 Simulink 产品家族软件在安装后需要激活才能使用。

1.1.2 MATLAB 体系结构

MATLAB 软件系统由 MATLAB 基础平台、Simulink 基础平台和建立在这两个基础平台之上的大量工具箱（Toolbox）和模块集（Blockset）组成。

（1）MATLAB 基础平台

MATLAB 基础平台是整个 MATLAB 软件系统的基座，它是一个程序设计语言（M 语言）型开发平台，提供了系统中其他开发工具所需要的集成开发环境。该平台主要由桌面工具与开发环境、数学函数库、MATLAB 语言、MATLAB 图形和外部程序设计接口等几部分组成。

（2）Simulink 基础平台

Simulink 提供了一个动态系统建模、仿真和分析的集成环境。在该环境中，框图化的设计方式和良好的交互性使得系统开发对工程人员计算机操作与程序设计能力的依赖降到了最低，工程人员只需通过简单、直观的鼠标操作即可构造出复杂的系统。Simulink 具有适应面广、结构和流程清晰及仿真精细、贴近实际、灵活高效等优点，被广泛应用于复杂控制理论和数字信号处理系统的仿真与设计。

（3）工具箱和模块集

在 MATLAB 和 Simulink 基础平台之上，MathWorks 公司为用户提供了丰富的扩展资源，这就是 MATLAB 中存在的大量工具箱和模块集。经过二十多年的发展，MATLAB 已经从单纯的数学函数库演变成为包含多学科、多领域的函数包和模块库的综合开发平台，包含的工具箱和模块集达到近百个。除此之外，还有 300 多个第三方开发的、建立在 MATLAB 和 Simulink 之上的产品和服务。

1.1.3 MATLAB 功能特点

可靠的数值计算和符号计算功能、强大的绘图功能、简单易学的语言体系以及为数众多的应用工具箱是 MATLAB 区别于其他科技应用软件的显著标志。MATLAB 的功能特点具体如下。

（1）友好的工作平台和程序设计环境

MATLAB 由一系列工具组成，这些工具方便用户使用 MATLAB 的函数和文件，其中许多工具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的帮助、工作空间、文件的浏览器。随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级，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。而且新版本的 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。简单的程序设计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）语言简洁紧凑

被称为第四代计算机语言的 MATLAB 是一种高级的矩阵/阵列语言，具有控制语句、函数、数据结构、输入和输出以及面向对象程序设计等特点。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。