

精通

MATLAB GUI

设计

(第3版)

陈垚光 毛涛涛 王正林 王玲 编著



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

精通 MATLAB GUI 设计

(第3版)

陈焱光 毛涛涛 王正林 王玲 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在第2版的基础上,结合高校MATLAB应用教学和工程实际应用的需要,从实用角度出发,循序渐进地讲述MATLAB GUI设计,并通过大量的设计实例和典型应用实例,帮助读者掌握从基本的数据可视化到高级的交互式图形界面设计技术。全书分设计基础、设计提高和设计实例三篇,逐步、系统地展开。设计基础篇介绍MATLAB及GUI编程概述,二维、三维绘图;设计提高篇介绍MATLAB图形的颜色、光影和透明处理,动画设计,图像显示技术,图形的打印和导出,句柄图形对象,GUI的组成与结构,GUI基础及高级设计;设计实例篇介绍GUI设计在高等数学、大学物理和电工学中的应用。

本书既可以作为MATLAB教学和GUI设计用书,又可以作为高等数学、计算方法、复变函数、电子电路、力学等课程的MATLAB GUI设计教学辅导书,还可供计算机、机械、控制等领域的科研人员和工程计算人员阅读。

读者可登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)下载本书的例程、源代码及相关资料。

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

精通 MATLAB GUI 设计/陈垚光等编著. —3 版. —北京: 电子工业出版社, 2013.8

ISBN 978-7-121-21077-8

I. ①精… II. ①陈… III. ①Matlab 软件—程序设计 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 171055 号

责任编辑: 田宏峰 特约编辑: 牛雪峰

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 25 字数: 640 千字

印 次: 2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 59.00 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

本书第 1 版自从 2008 年出版发行以来，已被多所院校作为数学、计算机类课程的教材和教学辅导参考书；2010 年升级的第 2 版继续延续着畅销的强劲劲头，深受高校师生的喜爱。我们根据读者的需求和软件的升级，结合 MATLAB 的最新版本，在第 2 版的基础上，结合高校 MATLAB 应用教学和工程实际应用的需要，从实用角度出发，循序渐进地讲述 MATLAB GUI 设计，并通过大量的设计实例和典型应用实例，帮助读者掌握从基本的数据可视化到高级的交互式图形界面设计技术，并对全书的结构进行了完善与优化，增加了 MATLAB 基础部分的内容，更加适合教学和自学的需要。

GUI 是实现人机交互的中介，具有强大的功能，可以完成许多复杂的程序模块。想要熟练快捷地使用 GUI，需要具有一定的知识储备和必要的经验与技巧。

关于 MATLAB GUI 的入门，我们推荐使用 MATLAB 的帮助文档，仔细研读 help 文档是最好的办法。读者需要了解函数及句柄等必要基础知识，熟悉各个控件对象的基本属性和操作方法，知晓不同控件的使用条件及其特有的功能，并会采用不同的使用手段来实现相同功能的设计。

菜单和控件

需要熟练掌握菜单和控件。菜单很简单，只需弄清楚菜单之间的关系以及如何调用菜单就可以了。控件使用的重点是用好 CreateFcn 和 Callback。CreateFcn 中的语句是在程序运行时立即执行脚本。如果希望界面可控，那么最好用 Callback 属性。在相应的控件下，添加相应的脚本就可以实现比较复杂的计算绘图等功能。

事件处理

需要重点掌握事件处理、理解函数回调的机理以及不同条件下回调的处理。使用独立回调函数技术，可以让复杂的回调变得简单；全局变量是在函数的公共区说明，整个函数以及所有对函数的递归调用都可以利用全局变量；同 Tag 属性一样，UserData 属性可在函数之间或递归函数的不同部分之间传递信息。如果需要多个变量，这些变量可以在一个容易辨识的对象的 UserData 属性中传递；可以通过函数句柄来定义回调实现数据的访问和方法的实现。

GUI 设计的原则和步骤

在设计 GUI 时，要注意一定的原则和步骤，分析界面所要求实现的主要功能，明确设计任务，构思草图，设计界面和属性，编写对象的相应代码，实现控件的交互调用。

另外，对于 GUI 在具体学科的应用，其学科的知识是基础，在掌握具体学科的相关知识和原理后，并用代码来实现，才能很好地结合 MATLAB 进行 GUI 编程。

GUI 实现方式的选择

最后考虑的问题是实现方式的选择：是使用 GUIDE 还是全脚本？MATLAB 自带的 GUI 设计工具 GUIDE 的好处是非常容易入手，风格很像 VB，相关的控件可以随便拖来使用，它们的位置和大小也可以像拖 Windows 一样方便。但是 GUIDE 生成的是一个 fig 文件，同时还会生成一个包含 fig 中放置控件的相关回调函数的 M 脚本。这两个文件照理说是互相影响的，但是当你改动了其中一个文件的内容，例如在 fig 中删掉一个原来的控件，但 M 脚本中对应的该控件的回调函数却仍然存在，虽说回调函数是空的，没什么关系，但破坏了程序架构的美感，需要手动删掉这些代码；同时 GUIDE 还没有实现创建 uitoolbox 和所有 axes 的子对象。

使用全脚本入门的最好方法就是读代码，MATLAB 自带了很多 demo，包括按钮、单选按钮、框架、复选框、文本标签、编辑文本框、滑动条、下拉菜单、列表框和双位按钮等的使用，顺便还能了解 MATLAB 里句柄函数的参数传递，可以更直观而快速地掌握 GUI 设计的技巧。使用 M 文件代码可以重复使用，可以生成非常复杂的界面，可以实现组件，创建对象，在 handle 中方便地存取数据，将创建对象代码与动作执行代码很好地结合起来。

当然，最好的办法是针对不同的情况来决定使用 GUIDE 还是全脚本，同时还可以考虑结合而使用，从而发挥各自的优势。

看得再多，也不如做的学得快。自己动手，不断摸索，在实践中体会到学习的快乐！

本书主要由陈焱光、毛涛涛、王正林、王玲编著，其他参与编写的人员有肖静、王伟欣、肖绍英、王权、夏路生、钟颂飞、朱桂莲、朱艳、邹求来、钟杜清、刘拥军等。在此对所有参与编写的人员表示感谢！

再次向田宏峰老师表示衷心的感谢！对关心、支持我们的读者表示感谢！

读者可登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）下载本书的例程、源代码及相关资料。

由于时间仓促和作者水平和经验有限，书中错漏之处在所难免，敬请读者指正，我们的电子邮箱是：wa_2003@126.com。

作 者

2013 年 6 月于北京

目 录

上篇 设计基础篇

第 1 章 MATLAB 及 GUI 编程概述	(2)
1.1 MATLAB 的特点	(2)
1.2 MATLAB 的主要组成部分	(4)
1.3 MATLAB 的帮助系统	(5)
1.4 GUI 编程概述	(5)
1.4.1 GUI 基本概念	(6)
1.4.2 GUI 层次结构	(6)
1.4.3 利用 GUIDE 创建 GUI	(7)
1.4.4 利用编程创建 GUI	(8)
1.5 小结	(9)
第 2 章 MATLAB 二维绘图	(10)
2.1 7 步绘图法	(10)
2.2 玩转两个绘图命令	(12)
2.2.1 低级命令 line	(12)
2.2.2 高级命令 plot	(14)
2.3 图的修饰美化	(16)
2.3.1 调调坐标轴	(17)
2.3.2 玩玩网格线	(22)
2.3.3 给坐标轴贴个标签	(23)
2.3.4 放置图标题	(24)
2.3.5 图中加点文字	(24)
2.3.6 图例和颜色条	(26)
2.3.7 用自带工具标注	(28)
2.4 填充并着色	(29)
2.5 多图绘于一窗口	(30)
2.5.1 图形叠印法	(30)
2.5.2 子图绘制法	(32)
2.6 换个坐标系绘图	(32)
2.6.1 极坐标图	(33)
2.6.2 对数/半对数坐标图	(33)
2.7 绘制特殊的二维图形	(35)
2.7.1 概率分布图	(35)
2.7.2 柱状图和面积图	(36)
2.7.3 饼形图	(38)

2.7.4	离散数据绘图	(39)
2.7.5	等高线图	(40)
2.7.6	向量图	(41)
2.8	函数绘图	(44)
2.9	在工作空间直接绘图	(45)
2.10	手工绘图	(47)
2.11	小结	(50)
第3章	MATLAB 三维绘图	(51)
3.1	三维折线及曲线	(51)
3.1.1	基本绘图命令	(51)
3.1.2	图形标注	(53)
3.2	三维网格曲面	(53)
3.2.1	栅格数据点的产生	(54)
3.2.2	网格曲面的绘制命令	(54)
3.2.3	隐藏线的显示和关闭	(57)
3.3	三维阴影曲面	(58)
3.3.1	阴影曲面绘制命令	(58)
3.3.2	带有等高线的阴影曲面绘制	(60)
3.3.3	具有光照效果的阴影曲面绘制	(61)
3.4	三维图形的调控	(62)
3.4.1	设置视角位置	(62)
3.4.2	设置坐标轴	(64)
3.5	特殊三维图形	(65)
3.5.1	直方图	(66)
3.5.2	圆柱体图	(67)
3.5.3	饼形图	(68)
3.5.4	球面图	(69)
3.5.5	三维等高线	(70)
3.5.6	三维离散序列图	(71)
3.5.7	简易函数绘图	(72)
3.6	小结	(73)

中篇 设计提高篇

第4章	MATLAB 图形的颜色、光影和透明处理	(76)
4.1	图形可视化技术	(76)
4.1.1	基本概念	(76)
4.1.2	三维图形可视化基本过程	(77)
4.1.3	使用面片创建图形模型	(78)
4.2	MATLAB 中的颜色	(83)
4.2.1	着色技术	(83)

4.2.2	RGB 真彩着色	(84)
4.2.3	颜色表	(86)
4.2.4	索引着色	(87)
4.2.5	颜色编辑器	(90)
4.2.6	shading 模式	(90)
4.3	光照效果设置	(92)
4.3.1	光源对象	(92)
4.3.2	光照方法	(93)
4.4	透明效果	(94)
4.4.1	hidden 函数	(95)
4.4.2	设置透明度数值	(95)
4.4.3	透明度数据映射	(97)
4.5	小结	(99)
第 5 章	MATLAB 动画设计	(100)
5.1	擦除方式动画设计	(100)
5.2	质点运动轨迹方式动画设计	(105)
5.3	电影放映方式动画设计	(107)
5.4	MATLAB 动画与 AVI 文件	(108)
5.4.1	AVI 文件录制	(108)
5.4.2	AVI 文件执行	(110)
5.5	小结	(111)
第 6 章	MATLAB 图像显示技术	(112)
6.1	MATLAB 图像文件的格式	(112)
6.2	图像类型	(113)
6.2.1	索引图像	(113)
6.2.2	灰度图像	(114)
6.2.3	RGB 图像	(115)
6.2.4	二值图像	(116)
6.2.5	图像序列	(117)
6.3	图像处理基本函数	(117)
6.3.1	获取信息命令	(118)
6.3.2	图像读入和显示命令	(119)
6.3.3	图像写回命令	(122)
6.4	图像类型转换	(123)
6.5	标准图像显示技术	(126)
6.5.1	imshow 函数	(126)
6.5.2	显示灰度图像	(127)
6.5.3	显示二值图像	(128)
6.5.4	显示索引图像	(129)
6.5.5	显示真彩图像	(129)

6.5.6	显示图形文件中的图像	(129)
6.6	特殊图像显示技术	(130)
6.6.1	添加颜色条	(130)
6.6.2	显示多帧图像阵列	(130)
6.6.3	图像上的区域缩放	(132)
6.6.4	纹理映射	(132)
6.6.5	在一个图形窗口中显示多幅图像	(134)
6.7	MATLAB 中的颜色模型	(135)
6.7.1	颜色模型的分类	(135)
6.7.2	颜色模型的转换	(136)
6.8	小结	(139)
第 7 章	图形的打印和导出	(140)
7.1	图形打印和导出概述	(140)
7.2	图形打印	(141)
7.2.1	使用菜单打印图形	(141)
7.2.2	图形打印命令	(142)
7.2.3	打印设置	(143)
7.3	图形导出	(147)
7.3.1	使用菜单导出图形	(148)
7.3.2	图形导出命令	(148)
7.3.3	导出设置	(148)
7.4	小结	(150)
第 8 章	句柄图形对象	(151)
8.1	对象结构	(151)
8.2	对象属性	(154)
8.2.1	根对象	(154)
8.2.2	图形窗口对象	(156)
8.2.3	坐标轴 (Axes)	(160)
8.2.4	内核对象	(165)
8.3	对象操作	(179)
8.3.1	创建图形对象	(180)
8.3.2	属性值查询与设置	(181)
8.3.3	属性默认值	(183)
8.3.4	对象操作实例	(185)
8.3.5	句柄图形函数	(187)
8.4	小结	(188)
第 9 章	MATLAB GUI 的组成与结构	(189)
9.1	层次结构	(190)
9.2	uimenu 菜单及设计	(190)
9.2.1	菜单建立	(191)

9.2.2	菜单属性	(193)
9.2.3	回调属性	(194)
9.2.4	菜单快捷键	(195)
9.2.5	菜单的外观	(196)
9.2.6	制作现场菜单	(200)
9.3	GUIDE 界面	(201)
9.4	GUIDE 组件及属性	(203)
9.4.1	按钮	(207)
9.4.2	单选按钮	(208)
9.4.3	框架	(209)
9.4.4	面板与按钮组	(211)
9.4.5	复选框	(212)
9.4.6	文本标签	(215)
9.4.7	编辑文本框	(216)
9.4.8	滑动条	(218)
9.4.9	下拉菜单	(221)
9.4.10	列表框	(223)
9.4.11	双位按钮	(226)
9.4.12	坐标轴与 ActiveX 控件	(227)
9.5	小结	(227)
第 10 章	MATLAB GUI 基础设计	(228)
10.1	设计原则与步骤	(228)
10.1.1	设计原则	(228)
10.1.2	设计步骤	(229)
10.2	界面设计工具	(229)
10.2.1	GUI 设计窗口	(229)
10.2.2	设计编辑器	(230)
10.3	控制布置原则	(230)
10.4	界面和代码设计	(231)
10.4.1	构思草图	(231)
10.4.2	绘制控件	(232)
10.4.3	调整控件	(232)
10.4.4	设置属性	(233)
10.4.5	M 文件编写	(235)
10.4.6	创建菜单	(237)
10.4.7	对象浏览器	(239)
10.4.8	Tab 顺序编辑器	(240)
10.4.9	GUI 程序的存储	(240)

10.5	程序运行	(240)
10.6	对话框设计	(241)
10.6.1	普通对话框	(242)
10.6.2	文件名处理对话框	(243)
10.6.3	颜色设置对话框	(246)
10.6.4	字体设置对话框	(246)
10.6.5	输入对话框	(248)
10.6.6	消息显示对话框	(248)
10.6.7	提问对话框	(249)
10.6.8	出错对话框	(249)
10.7	小结	(250)
第 11 章	MATLAB GUI 高级设计	(251)
11.1	事件处理	(251)
11.2	回调函数	(252)
11.2.1	中断回调规则	(254)
11.2.2	回调函数原型	(255)
11.3	回调处理	(256)
11.3.1	递归函数调用	(256)
11.3.2	M 文件调用	(258)
11.3.3	函数句柄调用	(260)
11.4	GUIDE 编程	(261)
11.5	M 文件编程设计	(265)
11.5.1	界面设计	(265)
11.5.2	函数回调	(272)
11.6	小结	(275)

下篇 设计实例篇

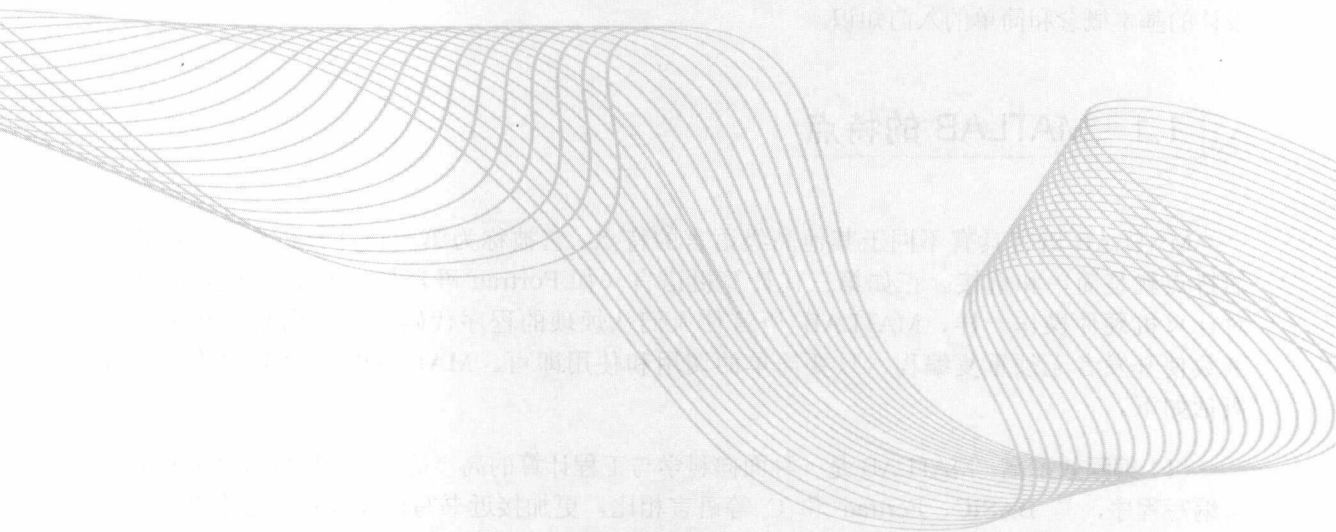
第 12 章	GUI 设计在高等数学中的应用	(278)
12.1	绘制极坐标曲线	(278)
12.2	空间解析几何	(282)
12.3	函数极限可视化	(286)
12.4	求函数的零点	(289)
12.5	多项式的曲线拟合	(293)
12.6	求函数在某处的导数	(297)
12.7	函数差分法求导	(301)
12.8	函数的数值定积分	(304)
12.9	二重积分计算	(308)
12.10	微分方程求解	(312)
12.11	小结	(316)

第 13 章 GUI 设计在大学物理中的应用	(317)
13.1 导弹打击过程模拟	(317)
13.2 旋螺线运动演示	(321)
13.3 碰撞运动演示	(325)
13.4 应力状态分析	(329)
13.5 分子运动速度演示	(335)
13.6 偶极子的电势和电场强度	(339)
13.7 电流环磁场分布	(343)
13.8 波的合成及拍频现象	(348)
13.9 光的双缝干涉	(352)
13.10 小结	(356)
第 14 章 GUI 设计在电工学中的作用	(357)
14.1 直流电阻电路分析	(357)
14.2 戴维南定理	(361)
14.3 一阶动态电路	(366)
14.4 二阶动态电路	(369)
14.5 正弦稳态电路	(374)
14.6 非正弦稳态电路	(378)
14.7 调谐振荡电路	(381)
14.8 电路信号合成	(384)
14.9 小结	(387)
参考文献	(388)

上 篇

设计基础篇

- ◎ MATLAB 及 GUI 编程概述
- ◎ MATLAB 二维绘图
- ◎ MATLAB 三维绘图



第1章

MATLAB 及 GUI 编程概述

经过 30 多年的补充与完善以及多个版本的升级换代，MATLAB 已发展至 8.x 版本了。MATLAB 是一个包含众多工程计算和仿真功能的庞大系统，是目前世界上最流行的仿真和计算软件之一。

本章主要介绍 MATLAB 特点，并对其软件的系统构成进行阐述，然后对以 MATLAB 为平台的应用环境进行比较详细的描述。通过本章的学习，读者能对 MATLAB 有一个比较全面的了解，并能熟悉使用 MATLAB 的常用功能。在此基础上，本章还将介绍 GUI（图形用户界面）设计的基本概念和简单的入门知识。

1.1 MATLAB 的特点

MATLAB 语言具有不同于其他高级语言的特点，它被称为第四代计算机语言，其最大的特点就是简单和直接。正如第三代计算机语言（如 Fortran 语言与 C 语言）使人们摆脱对计算机硬件操作一样，MATLAB 语言使人们从烦琐的程序代码中解放出来，它丰富的函数使开发者无须重复编程，只要简单的调用和使用即可。MATLAB 语言的主要特点可概括如下。

(1) **编程效率高。** MATLAB 是一种面向科学与工程计算的高级语言，允许以数字形式的语言编写程序，与 BASIC、Fortran 和 C 等语言相比，更加接近书写计算公式的思维方式，用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上排列公式与求解问题，因此，也通俗地称 MATLAB 语言为演算纸式科学算法语言，它编写简单、程序设计效率高、易学易懂。

(2) **使用方便。**MATLAB 语言是一种解释执行的语言(在没被专门的工具编译前),灵活、方便,调试程序手段丰富,调试速度快。人们用任何一种语言编写程序和调试程序一般要经过 4 个步骤:编辑、编译、链接及执行。MATLAB 语言与其他语言相比,把编辑、编译、链接和执行融为一体,它能在同一界面中灵活地操作,快速排除输入程序的书写错误、语法错误甚至语意错误,从而加快了用户编写、修改和调试程序的速度,可以说,在编程和调试过程中,它是一种比 VB 还要简单的语言。

具体地说,在 MATLAB 运行时,如直接在命令行输入 MATLAB 语句(命令),包括调用 M 文件语句,每输入一条语句就立即进行处理,完成编译、链接和执行的全过程。又如,将 MATLAB 源程序编译为 M 文件,由于 MATLAB 磁盘文件也是 M 文件,所以编辑后的源文件可以直接运行,无须进行编译和链接。在运行 M 文件时,如果有错,计算机会给出详细的出错信息,经用户修改后再执行,直到正确为止。因此可以说, MATLAB 语言不仅是一种语言,广义上讲它更是一种语言开发系统,即语言调试系统。

(3) **扩充能力强,交互性好。**高版本的 MATLAB 语言具有丰富的库函数,在进行复杂数学运算时可以直接调用,而且 MATLAB 的库函数同用户文件在形式上一样,所有用户文件也可作为 MATLAB 的库函数调用。因而,用户可以根据自己的需要方便地建立和扩充新的库函数,提高 MATLAB 的使用效率和扩充它的功能。

另外,为了充分利用 Fortran、C 语言的资源,包括用户自己已经编写好的 Fortran、C 语言程序,通过建立 M 文件的形式,混合编程,方便地调用有关的 Fortran、C 语言的子程序,还可以在 C 语言和 Fortran 语言中方便地使用 MATLAB 的数值计算能力,良好的交互性使得程序员可以使用以前编写过的程序,从而减少重复性的工作,也使现在编写的程序具有重复利用的价值。

(4) **语句简单,函数丰富。**MATLAB 语言中最基本、最重要的成分是函数,其一般形式为

```
[a, b, c, ...] = fun(d, e, f, ...)
```

即一个函数由函数名、输入变量和输出变量组成。同一函数名 fun,不同数目的输入变量(包括无输入变量)及不同数目的输出变量,代表着不同的含义(有点像面向对象中的多态性)。这不仅使 MATLAB 的库函数功能更丰富,而且可以大大减少需要的磁盘空间,使得 MATLAB 编写的 M 文件简单、短小且高效。

(5) **高效方便的矩阵和数组运算。**MATLAB 语言像 BASIC、Fortran 和 C 语言一样规定了矩阵的算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、条件运算符及赋值运算符,而且这些运算符大部分可以毫无改变地照搬到数组间的运算中,有些运算符只要增加“.”就可用于数组间的运算。另外,它不需要定义数组的维数,并给出矩阵函数、特殊矩阵专门的库函数,使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时,显得更为简单、高效、方便,这是其他高级语言所不能相比的。在此基础上,高版本的 MATLAB 已经逐步扩展到科学及工程计算的其他领域。因此,在不久的将来,它一定能名副其实地成为“万能演算纸式的”科学算法语言。

(6) **便捷强大的绘图功能。**MATLAB 的绘图功能十分便捷,它有一系列绘图函数(命令),

如线性坐标、对数坐标、半对数坐标和极坐标, 只需调用不同的绘图函数 (命令), 即可在图上标出图题、XY 轴标注, 格 (栅) 绘制需要调用相应的命令, 简单易行。另外, 在调用绘图函数时调整自变量可以绘出不同颜色的点、线、复线或多重线。这种为科学研究着想的设计是通用的编程语言所不具备的。

(7) **功能强大, 设计简捷的工具箱。** MATLAB 提供了许多面向应用问题求解的工具箱函数, 从而大大方便了各个领域专家学者的使用。目前, MATLAB 提供了大量的工具箱, 如信号处理、最优化、神经网络、图像处理、控制系统、系统识别、模糊系统和小波等, 它们提供的了各个领域应用问题求解的函数, 使系统分析和设计变得更加简捷。

(8) **移植性好, 开放性好。** MATLAB 是用 C 语言编写的, 而 C 语言具有良好的可移植性, 因此 MATLAB 可以很方便地移植到能运行 C 语言的操作平台上, 适合 MATLAB 工作的平台有 Windows、UNIX、Linux、VMS6.1、PowerMac。除了内部函数外, MATLAB 所有核心文件和工具箱都是开放的, 都是可读可写的源文件, 用户可以通过对源文件的修改来构成新的工具箱。

一般而言, 强大的功能需要复杂的软件来支持, 但 MATLAB 留给用户的是友好的界面、易记的命令和简便的操作。

1.2 MATLAB 的主要组成部分

按照功能划分, MATLAB 的主要组成部分包括开发环境、数学函数库、编程与数据类型、文件 I/O、图形处理、三维可视化、创建图形用户界面和外部接口, 下面分别介绍各个组成部分。

(1) **MATLAB 的开发环境。** MATLAB 的开发环境是一个界面友好的窗口, 它提供了一组实用工具函数, 利用这些函数可以直接管理工作空间的变量、输入/输出数据, 也可以开发、管理、调试 M 文件。MATLAB 将程序编辑器、调试器、执行器集成在一起, 使用户编写程序简单、直观, 调试程序方便, 运行程序迅速, 结果显示直观。

(2) **MATLAB 数学函数库。** MATLAB 提供了许多数学函数, 它们是内部函数, 包含求和、正弦、余弦等基本函数, 也包含许多复杂的函数, 如矩阵求逆、FFT 等函数。

(3) **编程与数据类型。** MATLAB 提供了多种数据类型, 如整型、双精度、字符、结构型等, 以方便用户使用。这里还包括运算所需的操作符和 MATLAB 编程技术。

(4) **文件 I/O。** MATLAB 提供了一组读/写文件的命令, 文件类型可以是各种常用的格式, 如 .m、.mdl、.mat、.fig、.pdf、.html 文件和普通的文本文件等。注意, .dat 文件可以采用 load 命令直接读取。

(5) **图形处理。** MATLAB 包含丰富的图形处理能力, 提供了绘制各种图形、图像数据的函数; 另外, 它还包括一些低级的图形命令, 可以供用户自己制作、控制图形特性使用。

(6) **三维可视化。** MATLAB 提供了一组绘制二维曲线和三维曲线的函数, 可以对图形进

行旋转、缩放等操作。

(7) **图形用户界面**。为设计图形用户界面提供了方便，这些函数可以用于窗口设定、修改属性等操作。

(8) **外部接口**。这组函数允许用户在 MATLAB 中编写 C 或 Fortran 语言程序，从而使 MATLAB 与 C、Fortran 语言程序结合起来。对熟悉 C 或 Fortran 语言编程的人来说，可以方便地将以前编写的 C、Fortran 语言程序移植到 MATLAB 中。

1.3 MATLAB 的帮助系统

MATLAB 的帮助系统非常强大，是该软件的信息查询、联机帮助中心。MATLAB 的帮助系统主要包括联机帮助系统、联机演示系统和命令查询系统。

(1) **联机帮助系统**。MATLAB 的联机帮助系统可通过以下方式打开：

- 打开主窗口后按快捷键 F1；
- 在主窗口中单击工具条的问号按钮；
- 选择“Help”下拉菜单的帮助选项；
- 在命令窗口输入 doc 命令。

(2) **联机演示系统**。MATLAB 的联机演示系统可以通过以下方式打开：

- 在主窗口的“Help”菜单下选择“Examples”选项；
- 在命令窗口输入 demo 命令。

(3) **命令查询系统**。在实际使用过程中，若需要启动帮助系统查询，最简单、最快捷的办法是运用 MATLAB 的命令查询系统。MATLAB 有强大的命令查询系统，用户只需在命令窗口输入相应的命令，就可以方便地查询所需要的资料，常用的命令有 help、help+<函数名>、lookfor 等。

1.4 GUI 编程概述

MATLAB 是一套高性能的数值计算和可视化软件，它作为新兴的编程语言和可视化工具，有着其他编程语言无法比拟的优势，如 Fortran 语言，是一种专用于科学计算的语言，但其图形界面的功能比较弱，利用其所可开发的程序，用户界面不友好，使用起来不方便；又如 VB、VC 等可视化编程语言开发出来的程序界面友好，但由于其不是专门用于科学计算的语言，因此其科学计算功能较弱。

MATLAB 既能进行科学计算，又能开发出所需要的图形界面。图形用户界面（Graphical User Interfaces, GUI）是由窗口、光标、按键、菜单、文字说明等对象（Objects）构成的一个