



MATLAB 主要包括编程和仿真两大部分，它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化、非线性动态系统的建模、仿真和 App 界面设计等诸多强大功能集成在一个环境中。自 1992 年初推出 MATLAB 4.0 后，最近几年，每年都升级两个版本，分别以年份加 a 和 b 命名，如 MATLAB R2023a 版本是 2023 年 3 月的。随着版本变化，推出的产品功能不断提升，不仅增加了支持 Python 语言的编辑器、自动缩进、换行、分隔符匹配查看、交互式界面控制动画功能，还增加了使用机器学习和深度学习进行非线性系统辨识等功能，加强了测试平台自动化的用户体验。此外，系统提供的大量矩阵算法、绘图、App 用户界面及连接其他编程语言的接口函数，为众多工程设计人员实现跨平台系统设计、仿真和人机交互提供了一种全面的解决方案，被誉为数学类科技应用软件中首屈一指的编程软件。

1.1 MATLAB 主要功能

MATLAB 是数值计算、可视化和应用程序开发的高级语言，它为数据迭代探索、仿真设计、解决高级数学计算问题及界面设计等提供了交互式环境。MATLAB 的主要功能归纳如下：

(1) MATLAB 除了命令行窗口 (Command Window) 外，还提供了脚本编辑器，通过命令或调用系统函数建立文件，该文件具有结构控制、函数调用、输入/输出、面向对象等语言特征，称为 m 程序文件。

(2) 使用接口函数与其他多种语言程序链接与嵌入，成为应用研究开发的交互式平台，完成数据交互。

(3) 使用 Simulink 进行仿真，建立各种仿真模型，搭接各种被控对象，使用多种输入、输出手段进行仿真。

(4) 提供信号处理工具箱、图像处理工具箱、通信工具箱、鲁棒控制工具箱、频域系统辨识工具箱、优化工具箱、偏微分方程工具箱、控制系统工具箱等近百个工具箱，用户不用编写程序即可实现复杂的计算、绘图和数据处理功能。此外，用户还可结合工作需要开发应用程序或工具箱。

(5) MATLAB R2023a 在数值计算、数学建模、图像处理、控制系统设计、动态仿真、语音处理、数字信号处理、人工智能基础上,还增加了深度学习的神经网络功能,且可实现图像中的像素区域分类和语义分割的功能。

(6) 使用 App 可构建图形用户界面 (GUI),它取代了 MATLAB 早期使用 guide 命令开发的 GUI 集成开发环境,并实现可视化组件布局行为编程。该功能不仅包括了原有的文本、下拉列表、组合框、按钮及坐标区等组件,还提供了仪表、指示灯、旋钮和开关等组件,能复现仪表面板的外观和操作;利用 App 设计器可以快速开发出带仪表操作的图形界面应用程序。

1.2 MATLAB R2023a 主窗口

MATLAB 主窗口包括命令行窗口、脚本编辑器窗口、工作区窗口、历史记录窗口、详细信息窗口及当前文件夹窗口等。此外,在主窗口上还提供了“主页”“绘图”和 APP 共 3 个选项卡,默认的为“主页”选项卡,该选项卡集成的信息处理窗口称为主窗口。

1.2.1 命令行窗口

MATLAB R2023a 窗口是应用程序处理的基本单元,用户不仅可以在窗口中执行命令,还可以编写、修改、运行应用程序,还能进行数据和应用程序一体化的管理。系统的主窗口由 6 部分组成,即主页工具栏窗口、命令行窗口、工作区窗口、历史记录窗口、当前文件夹窗口和详细信息窗口。主窗口中的命令行窗口、当前文件夹窗口、工作区窗口与早期版本相比,保持了原有风格,但菜单功能上有了很大的提升。主窗口 (主界面) 如图 1.1 所示。



图 1.1 MATLAB R2023a 主界面

说明:

(1) 命令行窗口 (Command Window) 是对 MATLAB 进行操作的主要窗口,也是主要交互窗口,默认情况下启动 MATLAB 时就会打开它,用于输入 MATLAB 命令、表达式、函数、

数组、计算公式，并显示图形以外的所有计算结果及程序错误信息。MATLAB 的所有函数和命令都在“>>”提示符下输入，用到的变量无须定义且都以矩阵（数组）形式出现，它可根据需要随时更改大小，如同在稿纸中书写数学算式一样。计算中可使用函数替代复杂公式，语句书写简便快捷，只需要写出命令按 Enter 键，即可在窗口中得出结果。

(2) 顶部工具栏分 6 个功能模块，模块包括文件、变量、代码、SIMULINK、环境、资源。例如：变量模块中可以导入其他文件中的数据或打开现有变量。

(3) 工作区窗口显示当前文件夹及当前文件夹下的文件，包括文件名、文件类型、最后修改时间以及该文件的说明信息。MATLAB 只执行当前文件夹或搜索路径下的命令、函数与文件。

(4) 历史命令记录窗口记录用户每一次启动 MATLAB 的时间，以及每一次启动 MATLAB 后，在命令行窗口中运行过的所有命令行，这些命令记录可以被复制到命令行窗口中再运行，避免再重新输入。

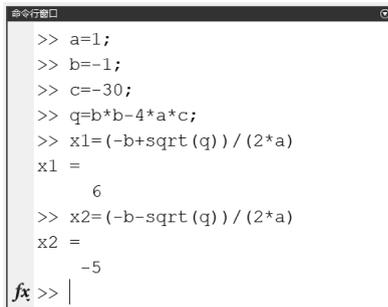
【实战练习 1-1】命令行窗口的使用

在命令行窗口上输入一元二次方程的系数 $a=1$ 、 $b=-1$ 、 $c=-30$ ，输出方程的解 x_1 和 x_2 。

编程代码如下：

```
>> a=1;
>> b=-1;
>> c=-30;
>> q=b*b-4*a*c;
>> x1=(-b+sqrt(q))/(2*a)
结果: x1 =      6
>> x2=(-b-sqrt(q))/(2*a)
结果: x2 =     -5
```

所有操作在其命令行窗口的“>>”提示符下输入，结果如图 1.2 所示。



```

>> a=1;
>> b=-1;
>> c=-30;
>> q=b*b-4*a*c;
>> x1=(-b+sqrt(q))/(2*a)
x1 =
     6
>> x2=(-b-sqrt(q))/(2*a)
x2 =
    -5
fx >> |
  
```

图 1.2 命令行窗口

1.2.2 工具栏窗口

MATLAB R2023a 的工具栏在主窗口的顶部，默认打开“主页”工具栏如图 1.3 所示。



图 1.3 “主页”工具栏

1. 新建脚本

单击工具栏中的“新建”按钮，可新建脚本文件（.m 程序文件）、函数、应用程序文件（图形界面）等，“新建”命令的下拉菜单如图 1.4 所示。

说明：

(1) 脚本：与“新建脚本”命令的功能相同，用于编写程序文件；

(2) 实时脚本：以扩展名为.mlx 的新文件格式存储在在线脚本，可在编辑字段时查看代码和结果；

(3) 函数：使用“function +函数名…end”构造函数或函数文件；

(4) 实时函数：系统提供的实时编辑器，与脚本相似，它允许向其传递输入值，获得输出值；

(5) 类：使用“classdef…end”构造类或类文件；

(6) 测试类：创建一个继承 matlab、unittest、TestCase 的测试类；

(7) System object：构造系统对象，包括基本、高级和 Simulink 扩展；

(8) 工程：创建新工程或从文件夹导入工程文件；

(9) 图窗：图形窗口的简称，用于建立绘图的窗口；

(10) App：设计 UI（用户界面）选项，用于制作人机交互接口；

(11) Simulink 模型：用于建立模型文件并进行仿真。

2. 保存工作区

用户可将工作区变量以 matlab.mat 文件形式保存，以备在需要时再次导入。“保存工作区”可以通过菜单、save 命令或快捷菜单进行。在该工作区中，右击需要保存的变量名，选择 SaveAs...命令，可在当前文件夹中保存“变量名.mat”文件。

3. 导入数据

在编写一个程序时，经常需要从外部导入数据，或者将.mat 文件再次导入工作区，也可以通过其他程序调用。

4. 预设项

MATLAB 对各个窗口的颜色、字体、编辑、调试、帮助、附加功能、快捷键的环境设置，可以通过“预设项”实现，单击工具栏的“预设项”按钮，出现“预设项”窗口：左侧为设置项，右侧为设置参数，选择设置项即可设置对应参数，其中：

(1) 单击左侧“字体”选项，可以进行字体设置。桌面代码字体设置包括命令行（Command）窗口，编辑器字体。若设置编辑器及命令行窗口字体为 24 号，见示例的“字体”设置，如图 1.5 所示。

(2) 单击左侧“代码分析器”选项，可以设置查看代码错误信息，如图 1.6 所示。



图 1.4 “新建”命令的下拉菜单



图 1.5 “预设项”窗口



图 1.6 查看代码错误信息

5. 附加功能

“附加功能”为特定任务、交互式应用程序和资源管理等扩展功能，如图 1.7 所示。

其中，“获取附加功能”命令可实时链接 MathWorks 公司网站，下载系统工具箱；“App 打包”命令是为脱离 MATLAB 环境运行，生成 .exe 文件的功能模块。



图 1.7 附加功能

1.3 命令行窗口操作

MATLAB 的命令行窗口提供了快速操作功能，可以在 MATLAB 命令行窗口直接输入命令、函数或表达式，按 Enter 键，即可显示相应的运行结果。命令行窗口用于解释执行并输出，适合运行比较简单的单行语句，方便直接查看结果。

1.3.1 常用命令行窗口命令

命令行窗口用于输入命令并显示除图形以外的所有执行结果，在命令行窗口中可以运行单独的命令，也可以调用程序，还能很直观地对程序运行过程中出现的矩阵或变量进行检查。命令行窗口常用命令如表 1.1 所示。

表 1.1 命令行窗口常用命令

命 令	说 明	命 令	说 明
clc	清除命令行窗口	dir	可以查看当前文件夹的文件
clf	清除图形对象	save	保存工作区或工作区中任何指定文件
clear	清除工作区所有变量，释放内存	load	将.mat文件导入工作区
type	显示指定文件的所有内容	hold	控制当前图形窗口对象是否被刷新
clear all	清除工作区所有变量和函数	quit/exit	退出MATLAB系统
whos	列出工作区中的变量名、大小、类型	close	关闭指定窗口
who	只列出工作区中的变量名	which	列出文件所在文件夹
what	列出当前文件夹下的.m和.mat文件	path	启动搜索路径
delete	删除指定文件	%	注释语句
help	显示帮助信息	cd	显示当前文件夹

说明：

(1) 在命令行窗口输入命令按 Enter 键即可执行，每行可写入一条或多条命令，用分号隔开，但添加分号后的语句输出不显示在屏幕上。

例如：

```
clear x,y,z           %清除指定的 x,y,z 变量
a=10;b=12; c=a+b;    %a、b、c 的结果均不显示
```

(2) save 可将工作区中的所有变量保存在文件中，默认文件名为 matlab.mat。

(3) 若输入语句后按 Enter 键结果出现错误，则必须重新输入，按 Enter 键后不能修改且输入的命令和结果不能保存。

【实战练习 1-2】保存、导入及查看命令的使用

在命令行窗口中使用保存 (save) 和导入 (load) 命令保存和导入变量，并查看工作区变量。编程代码如下：

```
>>x=[0:0.1:5]           %x 从 0 开始到 5，每隔 0.1 取一个值
```

```

>>y=cos(x)           %计算每个 x 值的余弦值
>>save filexy x y    %把变量 x, y 存入 filexy.mat 文件中
>>z='Study Matlab2023a' %将字符串赋给 z 变量
>>save filexy z -append %把变量追加存入 filexy.mat 文件中
>>clear              %清空工作区所有变量
>>load filexy        %调用 filexy.mat 文件到工作区
>>save filexy -ascii %把 filexy 文件存储为文本文件
>>who                %列出工作区中的变量名
>>whos               %列出工作区中的变量名、大小和类型

```

代码结果如下:

您的变量为: x y z

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
x	1x51	408	double	
y	1x51	408	double	
z	1x17	34	char	

说明: 使用保存命令时需要先右击, 然后选择以管理员方式打开, 否则出现“错误使用 save, 无法写入文件 filexy: 权限被拒绝”的提示信息。

【实战练习 1-3】表达式运算

在命令行窗口中完成 $y = \frac{3\cos(\pi/3)+12^3}{1+\sqrt{29}}$ 的简单计算。

编程代码如下:

```

>>clc;%清除屏幕
>>y=(3*cos(pi/3)+12^3)/(1+sqrt(29))

```

说明: pi 表示 π ; sqrt() 是求平方根的函数; “^” 表示求幂。

1.3.2 命令行窗口常用快捷键

命令行窗口中常用快捷键如表 1.2 所示。

表 1.2 命令行窗口常用快捷键

快捷键	说 明	快捷键	说 明
Ctrl+A	全部选中当前页面内容	Ctrl+C	复制当前选中内容
Ctrl+X	剪切当前选中内容 (用于文本操作)	Ctrl+V	粘贴当前剪贴板内的内容
Ctrl+Z	返回上一项操作	Ctrl+F	打开查找面板
Ctrl+B	光标向前移动一个字符	Ctrl+K	删除到行尾
Ctrl+Q	强行退出MATLAB系统和环境	Ctrl+U	清除光标所在行
Ctrl+E	光标移到行尾	Ctrl+P	调用打印窗口
Home	光标移动到行首	End	光标移动到行尾

1.4 App 设计 (Designer)

随着 MATLAB 版本的逐步提高,系统使用 App 设计替换原有 guide 的 GUI (Graphical User Interface, 图形用户界面), App 设计对原有 GUI 进行了优化,且代码也简单了很多。MATLAB R2023a 主窗口菜单设计了 APP 选项卡,单击该选项卡即可建立多种形式的 GUI。

1.4.1 App 的功能

打开 MATLAB 菜单栏的 APP 选项卡,再选择“设计 App”命令,即可打开 App 设计的功能界面,如图 1.8 所示。



图 1.8 APP 选项卡

App 设计不仅可构建设计视觉组件的 GUI,还可使用代码段完成相应的操作。通过设计画布添加组件,包括标签、编辑字段(数值/文本)、按钮、图像、坐标区、仪表、信号灯、开关和旋钮,再使用网格布局、选项卡组 and 面板进行有效组织,以创建美观、实用的操作界面和仪表面板。根据不同对象的回调函数,打开内置编辑器,可管理界面中组件的生成代码,并使用户编写回调代码完成特定的任务。系统提供的组件包括常用、容器、图窗工具和仪器,如图 1.9 所示,使用方法见第 8 章。

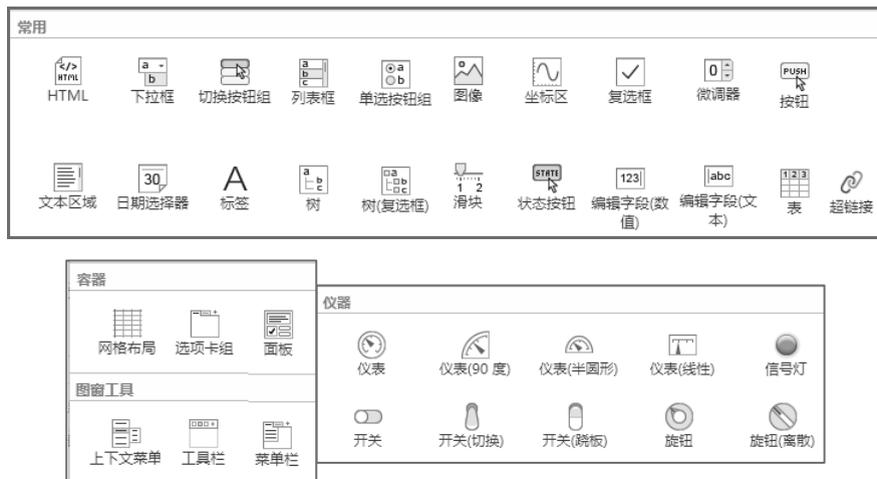


图 1.9 组件

1.4.2 App 的使用

App 常用组件的使用：标签用于添加标题；编辑字段（数值/文本）用于人机交互输入数据；坐标区用于显示图像及各种函数波形；日期选择器用于添加日期；按钮用于提交命令。在画布上选中按钮对象，在“组件浏览器”中选择“回调”按钮，可打开代码视图编辑回调函数，回调函数是界面中按钮、列表框、下拉框、滑块、编辑字段（数值/文本）等多种动态组件的交互操作，常使用按钮选择 `ButtonPushed` 事件执行对应的 MATLAB 回调函数。在 App 设计工具中，操作步骤为使用“设计视图”编辑组件布局，再切换到“代码视图”编写回调函数。

【实战练习 1-4】使用 App 设计简单 GUI

操作步骤如下：

(1) 打开 MATABL，在主菜单栏中单击 APP 选项卡，选择“设计 App”→“空白 App”，打开“App 设计工具”。

(2) 在空白画布上添加标签、坐标区、编辑字段（数值）、按钮和日期选择器组件，分别选中组件并修改右侧的属性，添加标签文字、绘图标题，如图 1.10 所示。

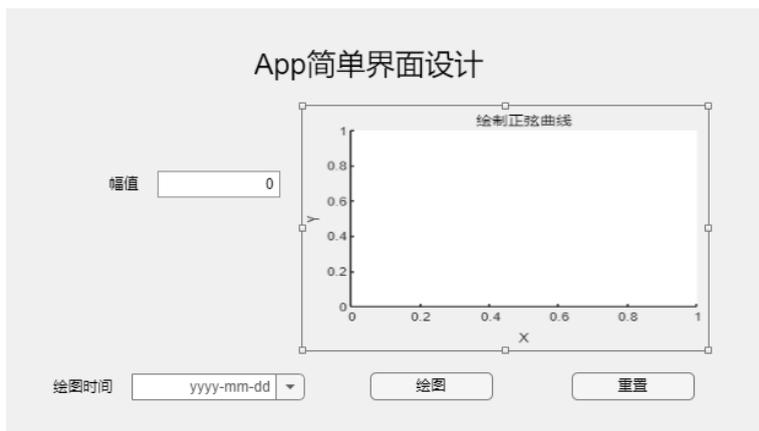


图 1.10 App 编辑界面

(3) 单击“绘图”按钮，在“组件浏览器”中单击“回调”，编程代码如下：

```
x=0.1:pi/12:2*pi;           %设置横坐标 x 的值从 0.1 到 2π
A1=app.EditField.Value;     %提取编辑字段的幅值
y=A1*sin(x);                %纵坐标为正弦函数
plot(app.UIAxes,x,y)        %在坐标区中绘制图形
grid(app.UIAxes,"on");      %添加栅格
```

说明：`plot()`是通用的二维画图函数，`plot()`函数将目标坐标区 (`App.UIAxes`) 指定为第一个参数，加入 `x`、`y` 轴的向量后，则在指定的目标坐标区绘制二维曲线。

(4) 单击“重置”按钮，在“组件浏览器”中单击“回调”，编程代码如下：

```
cla(app.UIAxes);
grid(app.UIAxes,"off");
```

(5) 单击“运行”按钮，保存代码为 `.mlapp` 文件并直接运行 App。保存成功后，也可以在 MATLAB 命令行窗口输入保存的文件名运行。从命令提示符下运行 App 时，该文件必须位于当前文件夹或 MATLAB 路径中，否则需要加入路径名称，运行菜单如图 1.11 所示。



图 1.11 运行菜单

运行结果如图 1.12 所示（详细操作见第 8 章案例）。

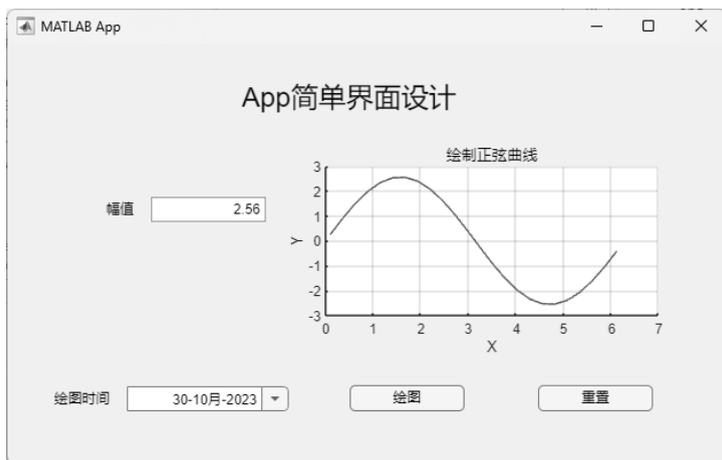


图 1.12 App 运行结果

1.5 认识 Simulink

Simulink 是 MATLAB 中重要的可视化仿真工具组件，它提供了一个动态系统建模、仿真和综合分析的集成图形开发环境，用于多域仿真及模型设计。Simulink 提供了图形编辑器、多种模块库以及求解器，通过将模型对象、输入及输出模块拖入编辑界面中，即可完成建模，单击“运行”按钮即可进行仿真。此外，MathWorks 公司还提供了一些附加产品和第三方硬件、软件产品用于 Simulink 中，支持系统设计、仿真、自动生成代码以及嵌入式系统的仿真测试和验证。

1.5.1 Simulink 初始界面

在图 1.1 中，单击主菜单栏中的 Simulink 按钮或在命令行窗口中输入 Simulink 命令，均可打开“Simulink 起始页”窗口，单击“空白模型”选项，即可自行建立一个仿真模型文件，如图 1.13 所示。



图 1.13 “Simulink 起始页”窗口

1.5.2 Simulink 简单仿真案例

【实战练习 1-5】Simulink 简单仿真模型

操作步骤如下：

(1) 在图 1.13 中单击“空白模型”选项，再选择工具栏“库浏览器”命令，在左侧打开的模块库中再选择 Simulink 模块下的子模块 Continuous 连续系统，拖动 1 个惯性环节对象 $1/(s+1)$ ，在 sources (信号源模块库) 中拖动正弦信号，在 sinks (输出模块库) 拖动 Scope (示波器) 组件到模型编辑窗口中。

(2) 拖动鼠标将 3 个组件进行连线，即可建立一个简单仿真模型，如图 1.14 所示。

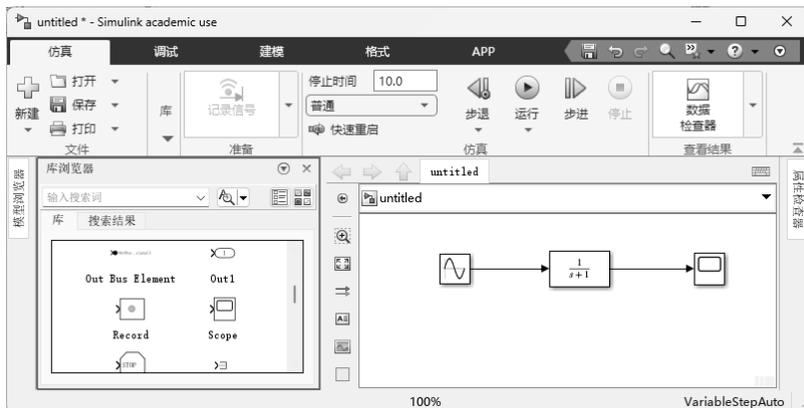


图 1.14 建立 Simulink 仿真模型

(3) 单击“运行”按钮，出现一个临时的进度条，结束后即可双击 Scope 组件，查看仿真结果，如图 1.15 所示。

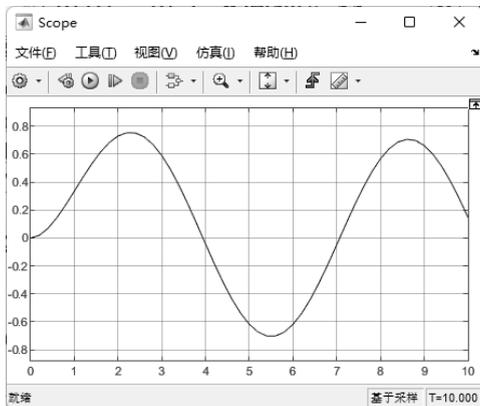


图 1.15 仿真结果

1.6 帮助窗口

MATLAB 的帮助窗口可以为用户方便、快速地打开和调用 MATLAB 的各种程序、函数的帮助信息。在任何窗口按快捷键“F1”，均会弹出一个帮助窗口，选择“文档”选项卡，可实时查看“使用 MATLAB”和“使用 Simulink”及“工作流”的帮助信息。选择“示例”选项卡，可学习使用规则并查看应用案例。

1.6.1 help 命令

直接在命令行窗口中输入 help 命令，打开“帮助”窗口，根据列出的主题选择帮助信息，如图 1.16 所示。

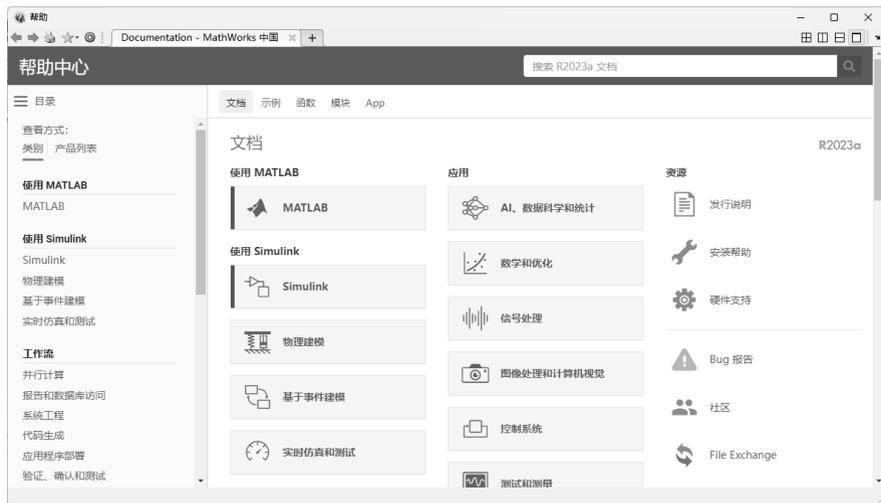


图 1.16 帮助窗口

在“帮助中心”页面中可按照主题选择子项，若在主题选择“物理建模”，然后选择右边的“示例”选项卡，详细帮助信息如图 1.17 所示。

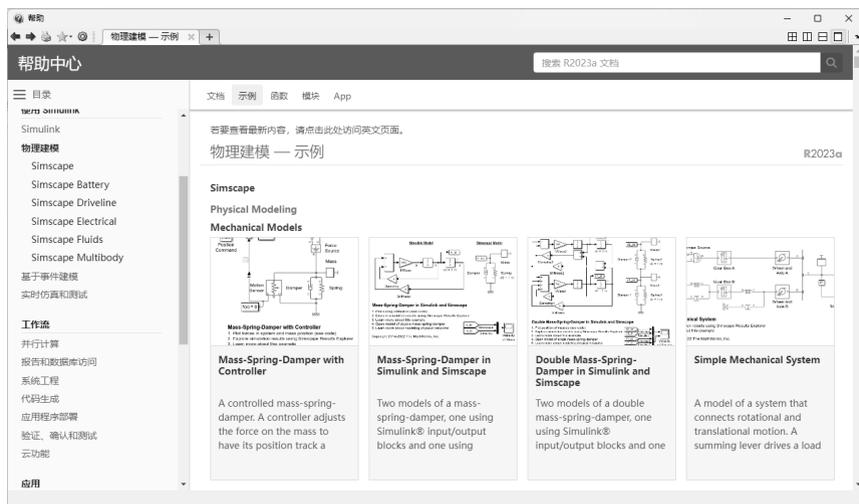


图 1.17 物理建模示例

1.6.2 demo 命令

在命令行窗口中可按照输入 `demo/ demo type/ demo type name` 三种形式，获得更详细的帮助信息，例如，输入 `demo matlab` 或选择帮助窗口的“使用 MATLAB”，再单击“函数”选项卡，可获得 MATLAB 的所有函数类别列表，如图 1.18 所示。



图 1.18 demo 命令演示

说明：在帮助窗口中，根据列表提供的术语索引表，可以查找命令、函数和专用术语等。