

第3章

Simulink及GUI

3.1 Simulink 简介和启动

Simulink 是 MATLAB 的一种可视化仿真工具,它提供了系统建模、仿真和综合分析的集成环境。在该环境中,无须编写大量程序,只需通过简单直观的鼠标操作,选择适当的模块并进行连线,就可以构造出复杂的仿真模型。

Simulink 具有以下特点:

- 适应面广,可用于各种系统建模。
- 结构和流程清晰,以方块图形式呈现。
- 仿真精细。
- 可访问 MATLAB,且便于移植。


在 MATLAB 命令窗口输入 Simulink,或者在 MATLAB 主页菜单栏单击  Simulink 按钮,即可出现如图 3.1.1 所示的 Simulink 启动界面。单击其中的 Blank Model 图标即可新建一个如图 3.1.2 所示的空白模型窗。



图 3.1.1 Simulink 启动界面

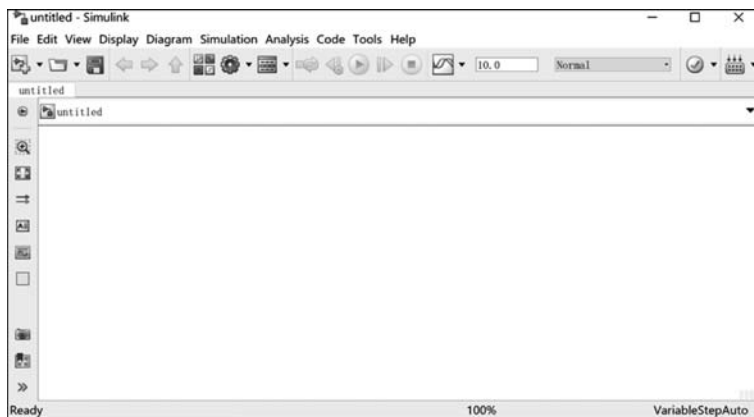



图 3.1.2 新建模型窗

单击空白模型窗工具条上的  Library Browser(模块库浏览器)按钮,即可打开模块库,如图 3.1.3 所示。左侧的树状图显示本机安装的 Simulink 模块库;右侧显示当前库中的所有模块,可以用左键拖曳或将它们复制到空白模型窗;最上方的编辑框用于搜索模块,在这里输入模块名后再按回车键,即可找到该模块。

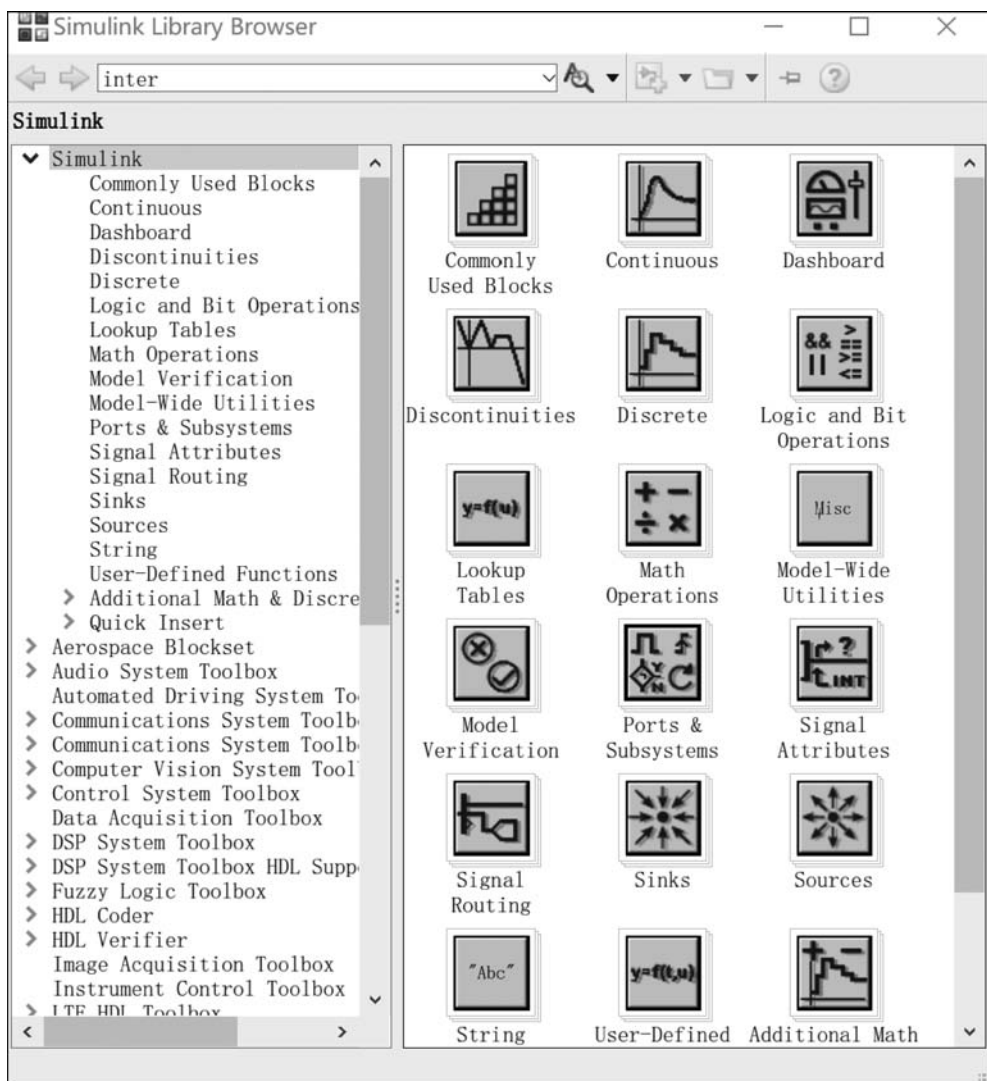


图 3.1.3 Simulink 模块库浏览器

3.2 Simulink 基本模块

图 3.2.1 展示了 Simulink 模型的一般性结构,其通常包含 3 部分:信源(Source)、系统(System)以及信宿(Sink)。信源可以是正弦信号、门信号等信号源;系统是指



3.3 Simulink 实例

下面举例说明如何利用 Simulink 进行仿真。

例 3.3.1 假定两个输入信号分别是 $x_1(t) = 2\cos(200\pi t)$ 、 $x_2(t) = \sin(1000\pi t)$ ，用 Simulink 计算 $y(t) = x_1(t) \times x_2(t)$ ，将结果存入工作空间变量 `sinprod` 中并显示波形。仿真频率 10000Hz，仿真时间 1s。

第一步，选择模块。

在 Sources 库中选择两个 Sine Wave 模块，在 Math 库中选择 Product 模块，在 Sinks 库中选择 Scope 和 To Workspace 模块。选中模块后用左键将其拖曳到空白模型窗中，并按照输入在左、输出在右的顺序放置好这些模块。每个模块的图标大小、名称都可以修改，只要用鼠标拖曳边框或双击模块下方的文字即可。

第二步，连接模块。

(1) 将光标指向源模块的输出端口，此时光标变成“+”。

(2) 单击并拖动，这时会出现一端连接源模块输出端口的红色虚线；按住左键不放，将光标拖动到目标模块的输入端口，在足够接近时，红色虚线会变成黑色实线，松开左键，连接完成。

在部分高版本的 Simulink 中，也可以单击源模块，保持 Ctrl 键处于按下状态，再单击目标模块，完成连接。

有些情况下，源模块的输出同时要作为多个模块的输入，这时可以交换连线的起点和终点。将前面选择的模块按要求进行连接，结果如图 3.3.1 所示。

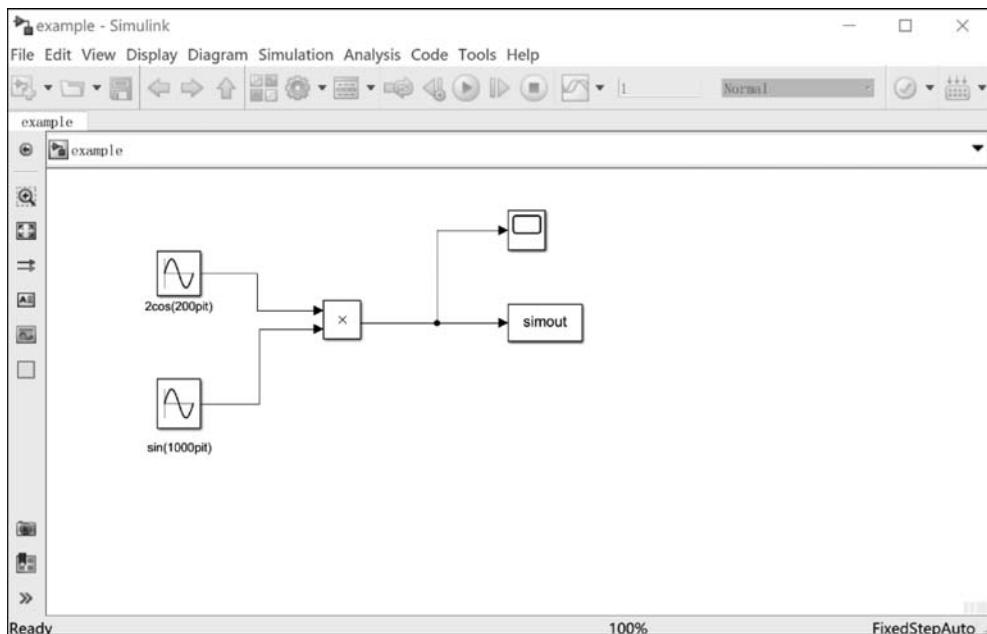


图 3.3.1 连接后的模块

第三步,设置模块参数。

以 $x_1(t) = 2\cos(200\pi t)$ 为例介绍输入信号的设置。双击 Sine Wave 模块,即可得到参数设置窗口,如图 3.3.2 所示。Amplitude 为 sine 信号的振幅; Bias 为直流偏置; Frequency 虽然汉语意思是频率,但通过单位 rad/s 或 $o(t) = \text{Amp} * \sin(\text{Freq} * t + \text{Phase}) + \text{Bias}$ 可知,其表示的是角频率; Phase 为初始相位, Sample time 是抽样间隔。将 Amplitude 修改为 2, Frequency 修改为 $200 * \pi$, Phase 修改为 $\pi/2$, 即可得到 $x_1(t) = 2\cos(200\pi t)$ 。

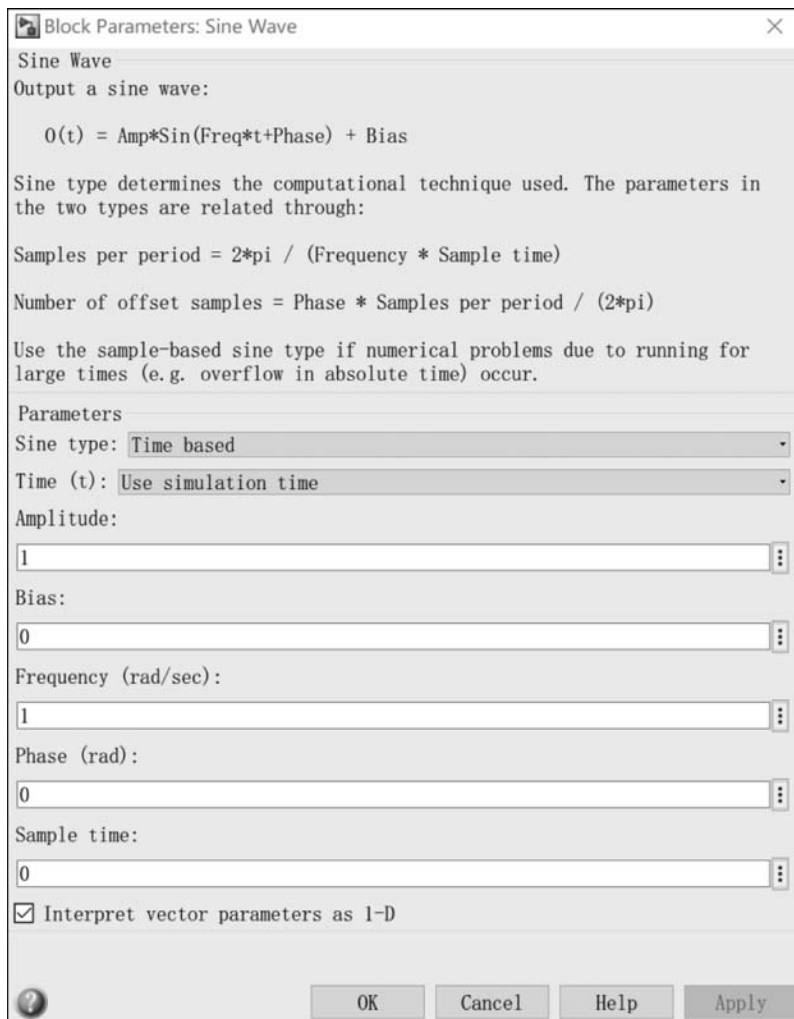


图 3.3.2 Sine Wave 模块参数设置窗口

由于在观察输出信号的同时要将其与两路输入信号进行比较,选中 Scope 模块后右击,将弹出菜单中的 Signals & Ports → Number of Input Ports 改为 3。完成连线,使其分别观察两个输入信号和一个输出信号。

双击 To Workspace 模块,将 Variable Name 改为 sinpord。

第四步,运行仿真。

为了对系统进行正确的仿真与分析,必须设置系统仿真参数。单击 Simulation 菜单栏下的 Configuration Parameters 按钮,得到参数设置窗口。将参数按照要求进行修改,如图 3.3.3 所示。

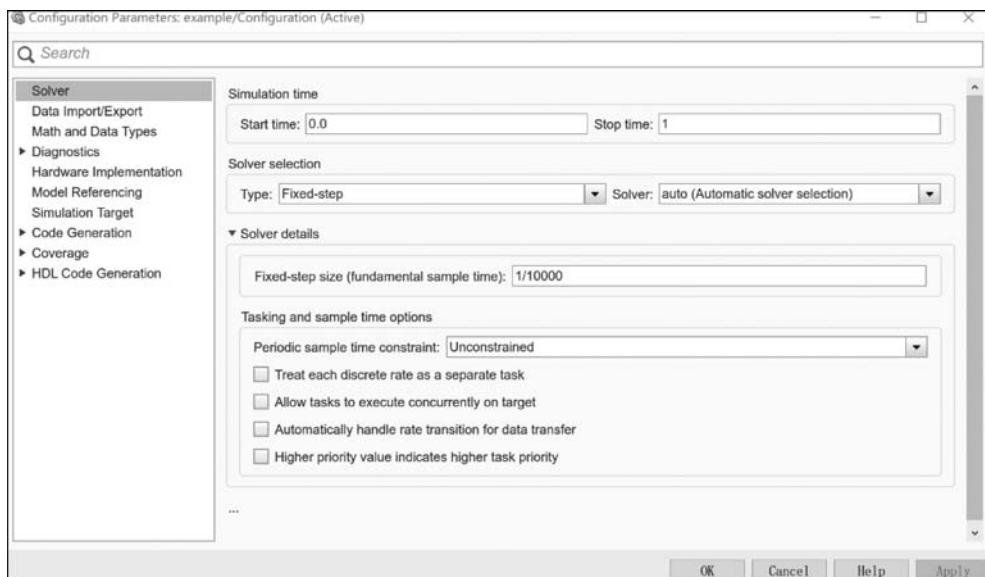


图 3.3.3 系统参数设置窗口

单击工具条上的“开始”按钮进行仿真。仿真结束后,双击 Scope 模块观察仿真结果,可以观察到 3 个不同颜色的信号波形,但不知道每个波形对应哪个信号。这时可以单击 View→Layout 命令,选择三行一列;单击 View→Legend 命令,显示图例,即可得到系统仿真结果,如图 3.3.4 所示。

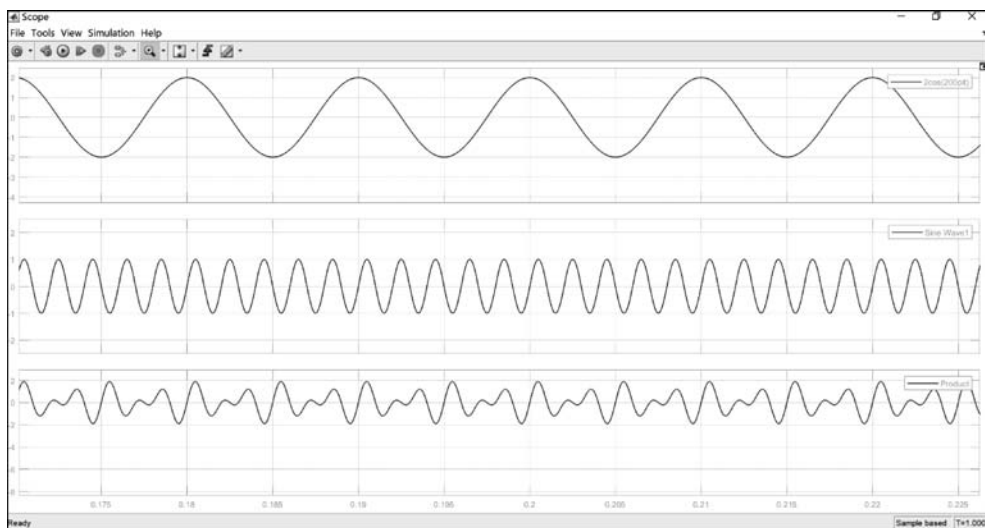


图 3.3.4 Simulink 系统仿真的结果

3.4 GUI 简介

图形用户界面(Graphical User Interface, GUI)是由窗口、图标、按钮、菜单、文本等控件构成的应用程序界面。选中或者激活这些对象通常会导致某个动作或变化的发生。GUI可以方便地进行某种技术、方法的演示。MATLAB本身提供的很多服务就是由GUI实现的,比如帮助系统的demo,滤波器设计和分析工具filterDesigner等。



教学视频

3.5 GUI 启动

在MATLAB命令窗口输入guide命令,就会出现“GUIDE快速入门”对话框。该对话框有两个选项卡:“新建GUI”和“打开现有GUI”。在“新建GUI”选项卡中,选择“Blank GUI(Default)”,单击“确定”按钮后会弹出页面编辑器,如图3.5.1所示,主要由工具栏、控件和布局设计区组成。控件面板包含了所有的GUI控件,用户可以将它们拖曳到右侧设计区。常用控件的作用见表3.5.1。

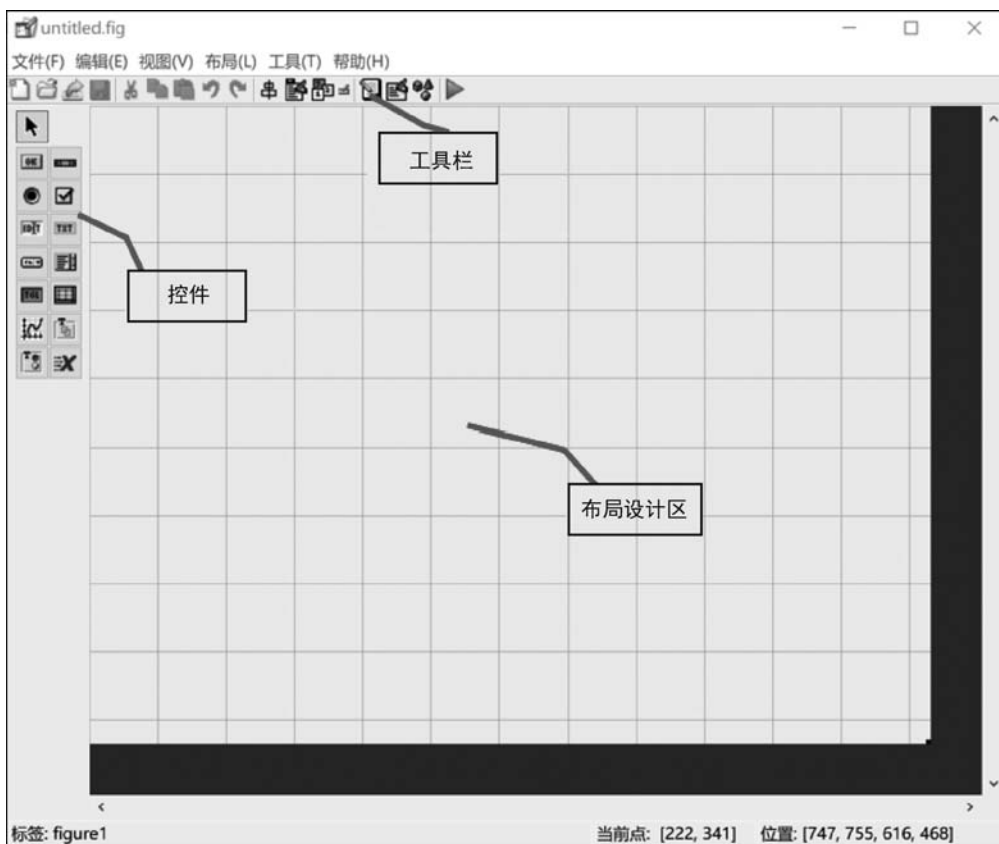


图 3.5.1 页面编辑器

表 3.5.1 常用控件的作用

类 型	作 用
按钮	按钮是最常见的控件,通常用于执行某一个操作。用户通过单击按钮,使 MATLAB 执行定义在该按钮上的回调函数。按钮被按下去后,会立即恢复到弹起状态
单选按钮	单选按钮是由标签和一个很小的圆圈组成的控件。当被选中时,圆圈会呈现填充的状态,取消选中时,又会恢复到无填充状态
编辑框/可编辑文本	用户可以修改编辑框中的内容。在多行输入时,如果输入的文本超出文本框的范围,该文本框会自动生成一个纵向的滚动条。用户按回车键即可执行该控件的回调函数
弹出式菜单	该菜单向用户提供了多个选项,但用户只能从中选择一项。当没被激活时,它是一个包含当前用户选择项的矩形或按钮;当单击其向下的箭头时,就会弹出其他各个选项。只需单击希望的选项,就可以完成新的选择并执行该控件的回调函数
切换按钮	切换按钮与普通按钮的不同点是,当单击一次切换按钮时,会交替呈现两种不同的状态(弹起和按下),而普通的按钮会在单击后立即弹起。相同点是,每单击一次就执行一次相应的回调函数
坐标区	为画图提供图形窗口
按钮组/面板	提供可视化的分割
滑动条	通常由 3 部分构成:滑杆、指示器以及位于滑杆两端的箭头。滑动条通常用于在数据范围内选择一个数据值,方法有 3 种:①按住左键并使光标在滑动框内移动,当移动到希望的数据位置时,松开鼠标。②当鼠标指针位于滑杆内时单击。③将鼠标指针放在滑杆两端的其中一个箭头上并单击
复选框	复选框通常包含多个复选项,每个复选项由一个方形的选择框和一个紧随其后的标签组成。当一个复选项被激活后,该项将会在选中和清除之间切换
静态文本	通常用于显示标题、标签、用户信息或当前值。用户无法对其进行编辑或选择
列表框	列表框看起来与多行文本框类似。其中的文本只能用于选择,不能进行编辑

3.6 GUI 设计步骤

下面以绘制正弦波为例介绍 GUI 的设计步骤。

3.6.1 分析需求

首先确定希望通过 GUI 完成何种功能、需要进行何种操作,这是最重要也是最难的一步。很多情况下,在用户创建 GUI 的过程中还可能出现一些新的想法或发现一些新的问题,这时需要重新回到这一步进行思考。


为了实现绘制正弦波的目的,需要通过人机交互确定正弦信号的角频率、振幅、初相以及时间长度。

3.6.2 完成布局

分析需求后,将需要的控件拖到布局设计区中,修改控件属性,完成布局。

(1) 根据 3.6.1 节的分析,计划用到的控件包括:4 个编辑框用来输入角频率、振幅、

初相和时间长度,5 个静态文本说明编辑框的作用以及整个 GUI 的作用,1 个图形窗用来画图,1 个按钮发出绘图命令。

(2) 逐一选择所需控件,将其摆放到合适的位置并调整大小。可利用工具栏的对齐对象按钮辅助完成界面布局。界面布局建议遵循简单性、一致性、寻常性(尽量使用人们熟悉的标志和符号)等原则。

3.6.3 修改控件属性

双击布局设计区的空白处或任意控件,会弹出如图 3.6.1 所示属性编辑器。页面、不同控件的属性数量和类别各不相同,但有些属性是共有的。在众多属性中,最常用的如表 3.6.1 所示。如果需要批量将不同控件的属性设为同一值,则可全选后双击其中一个控件,此时会显示其共同属性,在相应属性位置进行修改即可,如图 3.6.2 所示。

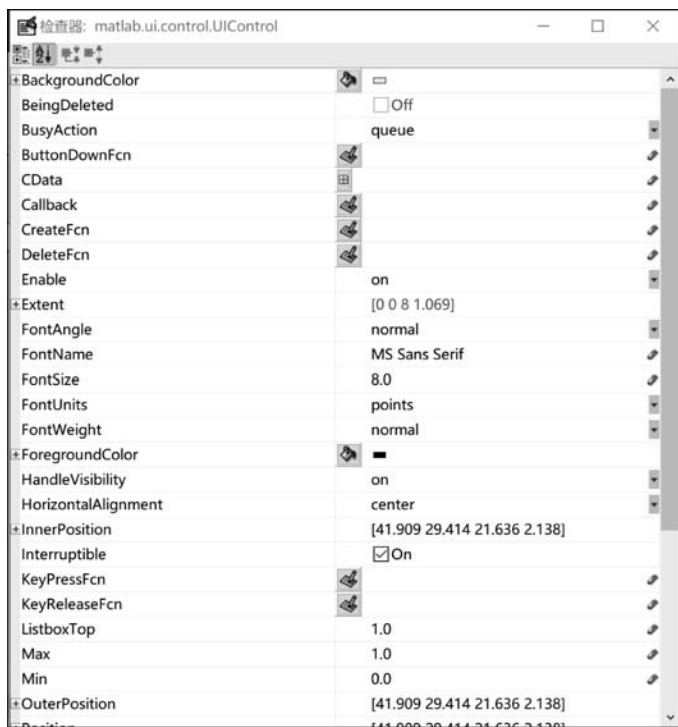


图 3.6.1 属性编辑器

表 3.6.1 常用的控件属性及含义

名称	含义
FontSize	控件上文字的大小
FontUnits	文字单位,建议选择 normalized,这样控件放大或缩小时,文字会等比例放大或缩小
String	控件上显示的文字
Tag	控件的唯一标识,编程访问和控制该控件的唯一途径
Units	单位,建议选择 normalized,这样 GUI 页面放大或缩小时,控件会等比例放大或缩小

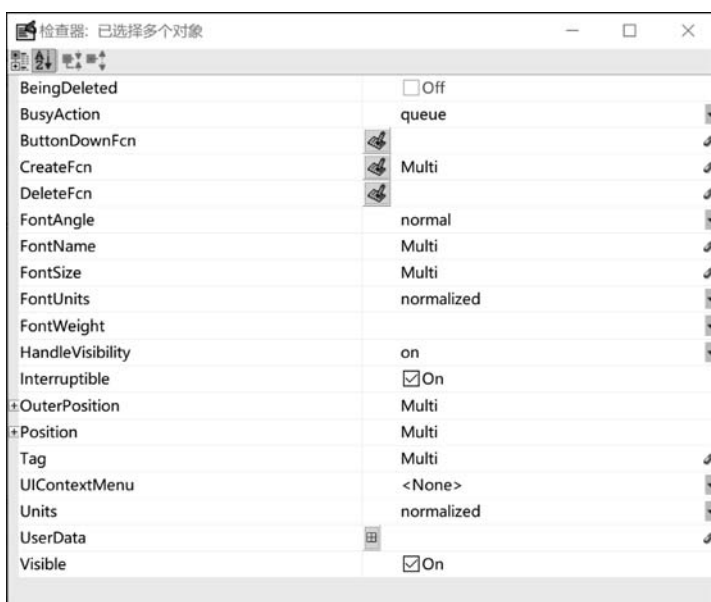


图 3.6.2 批量进行属性修改

属性修改后的最终布局如图 3.6.3 所示,主要控件标签和设计功能见表 3.6.2。

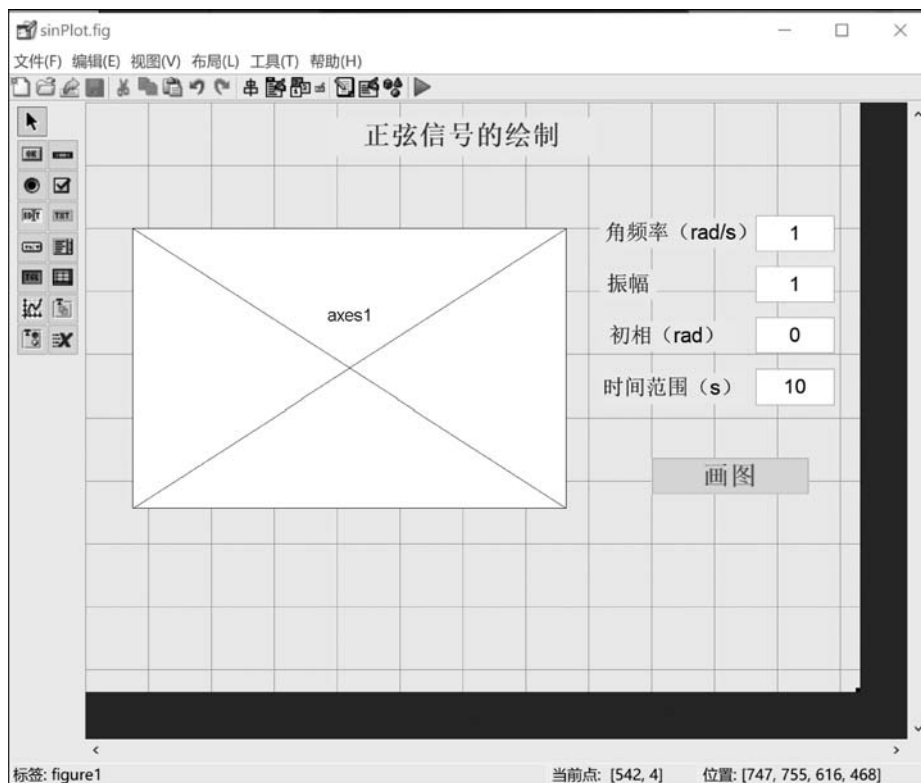


图 3.6.3 正弦波绘制界面的控件布局

表 3.6.2 主要控件的标签和设计功能

Tag	类 型	设计 功能
omega	编辑框	指定正弦信号角频率
amp		指定正弦信号振幅
fai		指定正弦信号初相
tmax		指定画图时间长度
axes1	坐标区	为画图提供图形窗
SinPlot	按钮	发送画图命令

3.6.4 保存 GUI

完成控件布局、属性修改后,单击工具条上的保存按钮,输入要保存的文件名并单击“确定”按钮。由于要画正弦波,所以将上述 GUI 界面保存为 sinPlot. fig,同时会生成与之对应的 sinPlot. m 文件(*.m 会自动生成并且与*.fig 同名)。.fig 文件用于产生界面,M 文件用于保存运行该. fig 文件所需的程序代码,如回调函数。注意. fig 文件的文件名一般不要修改,因为所有控件的回调函数名都与最初的文件名有关。

3.7 回调函数编写

用户在 GUI 界面对控件进行某种操作后,需要相应的 M 文件配合执行一段代码以完成该控件希望的功能,这个功能是通过编写控件的回调函数实现的。选中该控件,右击选择“查看回调”命令,就会看到回调函数 Callback、CreatFcn、DeleteFcn、ButtonDownFcn 和 KeyPressFcn。选择其中一个后,会自动跳转到 M 文件中对应的函数上。

以绘制正弦波为例,只需要编写 SinPlot 按钮的回调函数,源代码如下。

```
function PlotSin_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to PlotSin (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
amp = str2num(get(handles.amp, 'string'));    % 读取振幅, amp 是振幅编辑框的标签
omega = str2num(get(handles.omega, 'string')); % 读取角频率, omega 是角频率编辑框的标签
theta = str2num(get(handles.fai, 'string'));  % 读取初相, fai 是初相编辑框的标签
tend = str2num(get(handles.tmax, 'string'));  % 读取 t 最大值, tmax 是时间长度编辑框的标签
Fs = omega/(2 * pi) * 30;                    % 自适应选择抽样频率
t = 0:1/Fs:tend;                             % 自变量
xt = amp * sin(omega * t + theta);            % 产生正弦信号
axes(handles.axes1)                          % 选择图形窗
plot(t, xt); title('正弦信号'); xlabel('t')
```

3.8 GUI 运行

编写完所有控件的回调函数后,单击 .fig 文件工具条上的运行按钮,或直接运行 M 文件,会发现界面无法最大化。双击 .fig 布局设计区的空白处,会弹出属性界面,将 Resize 属性由 off 变成 on 后再次运行程序,这时界面可以最大化。单击画图按钮,得到最终的画图结果,如图 3.8.1 所示。可以根据需要修改参数,再次单击画图按钮,即可实现参数修改后的正弦波绘制。

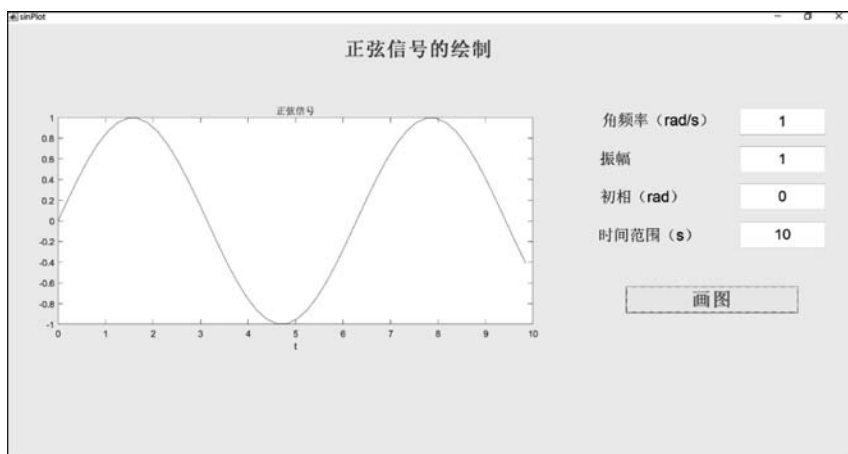


图 3.8.1 正弦波绘制的 GUI 界面