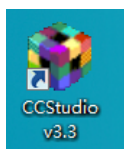


实验一 直流电机被控对象辨识（系统频率特性测试）

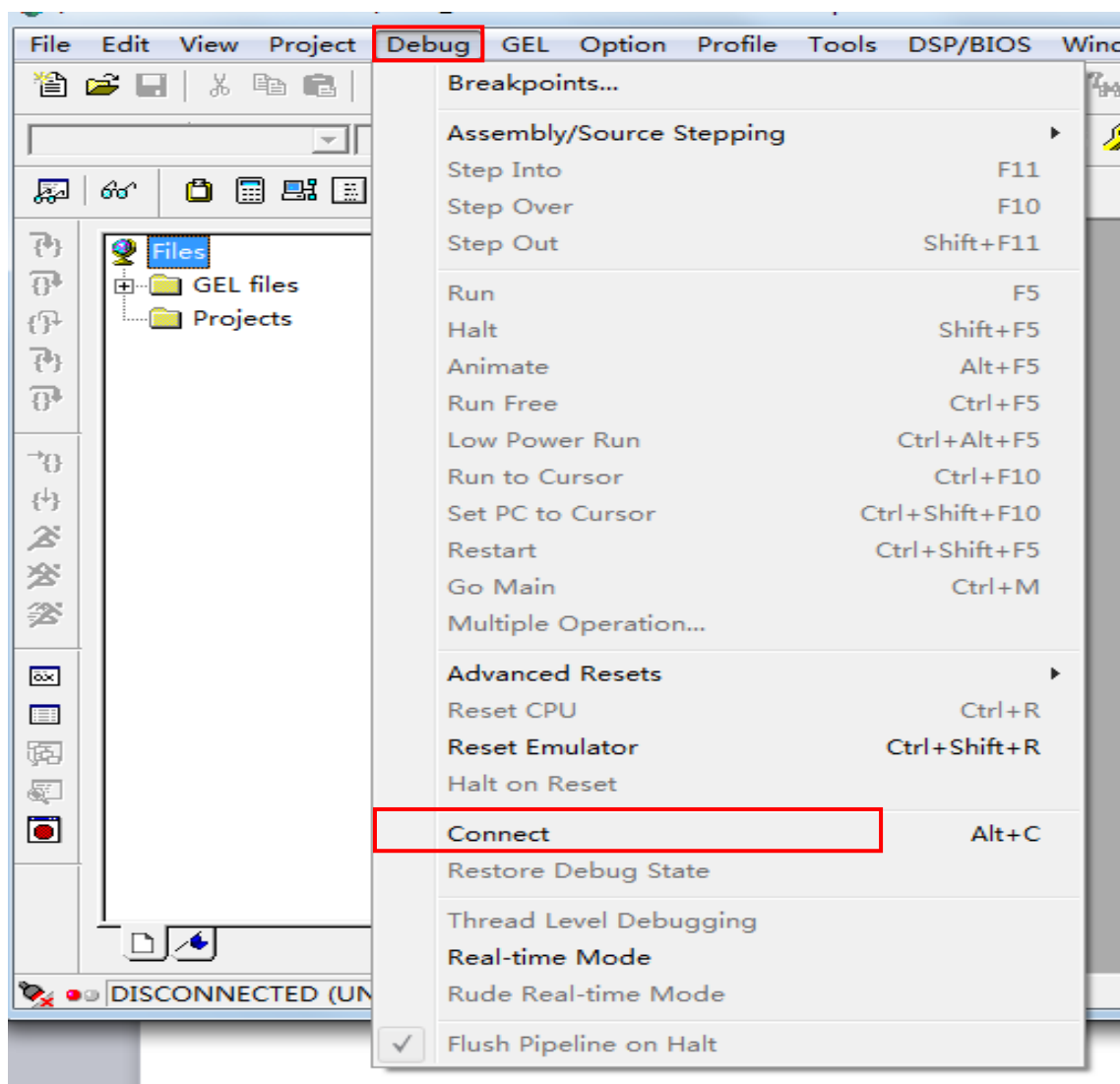
常见问题：

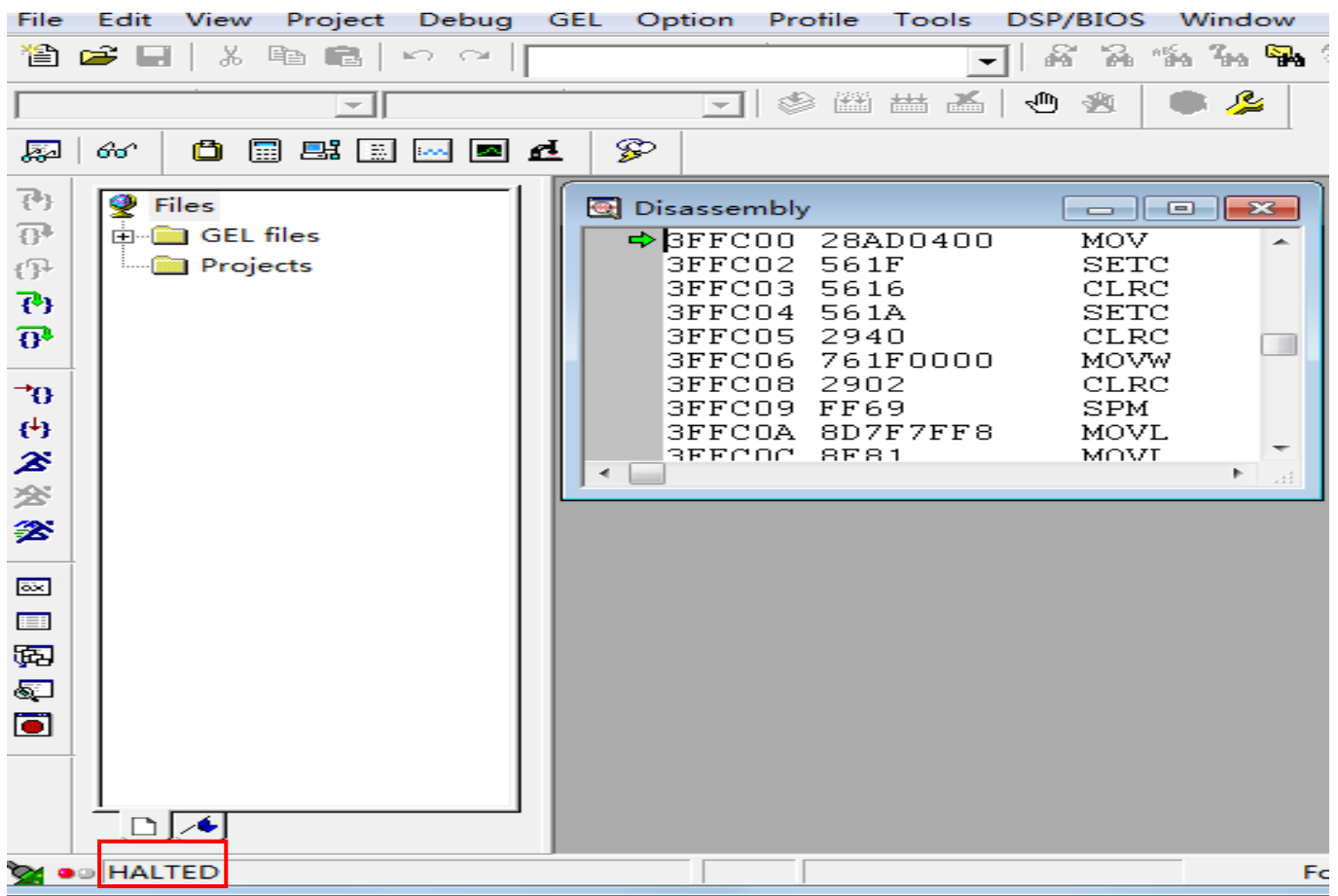
1. 当出现控制周期超过 1s 的提示时，应点击停止电机按钮，点击设置扫频频率按钮后，重新点击启动电机按钮。
2. 若此方法无效，则打开第一步最小化的 CCS 软件，依次点击：Debug->Reset CPU; Debug->Restart; Debug->Run 复位 DSP 程序。

第一步 烧写 dsp 程序

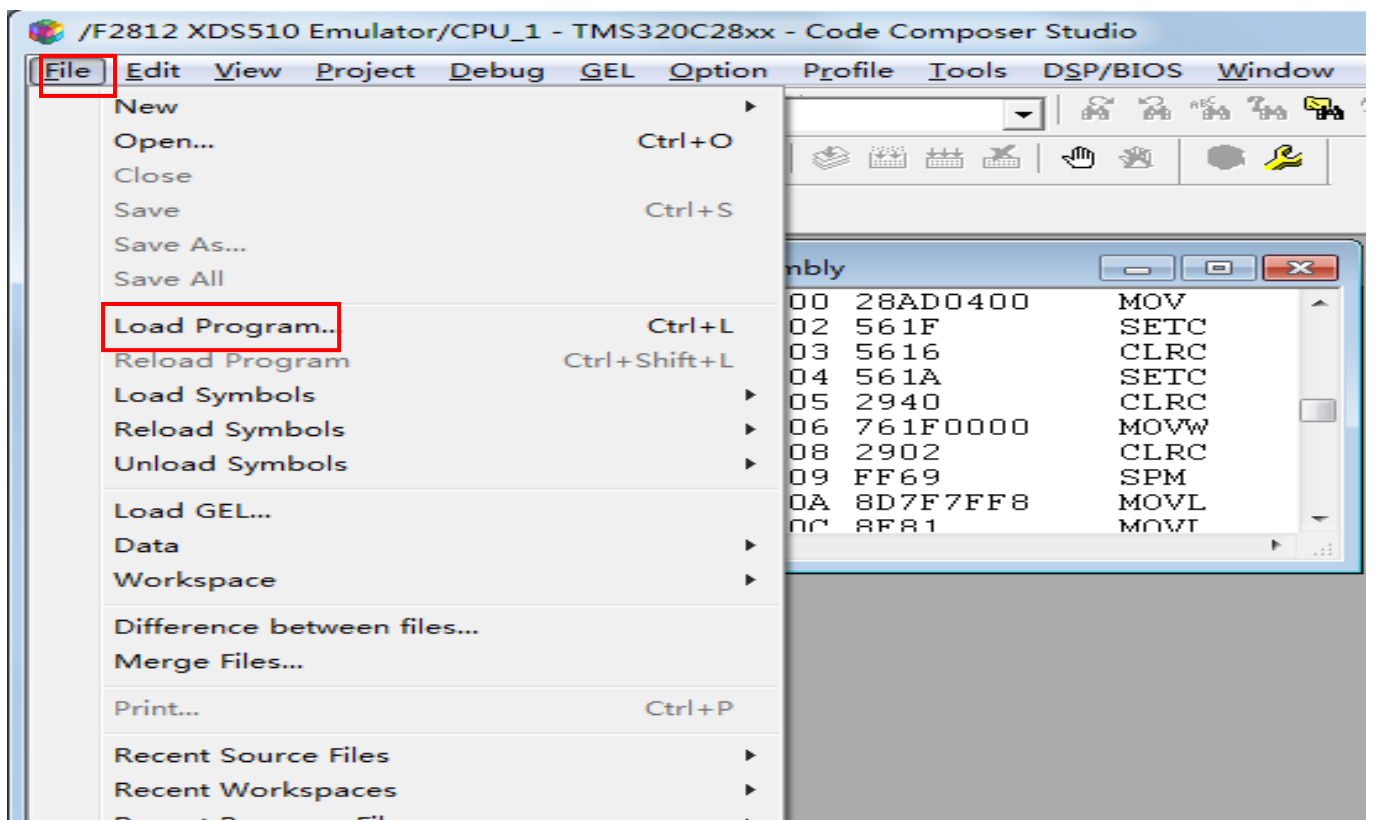


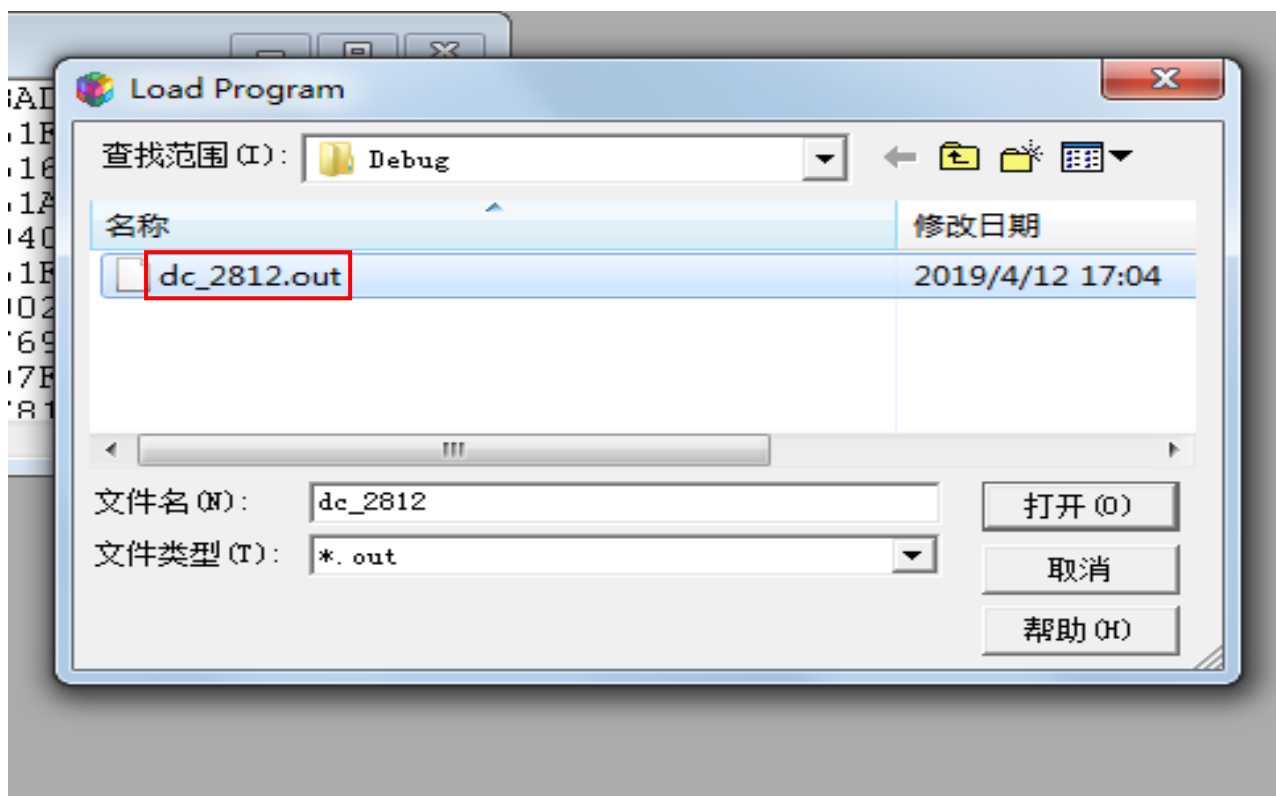
1. 打开 CCSv3.3 程序，点击 Debug->Connect 连接仿真器，连接成功后，CCS 左下角显示“HALTED”



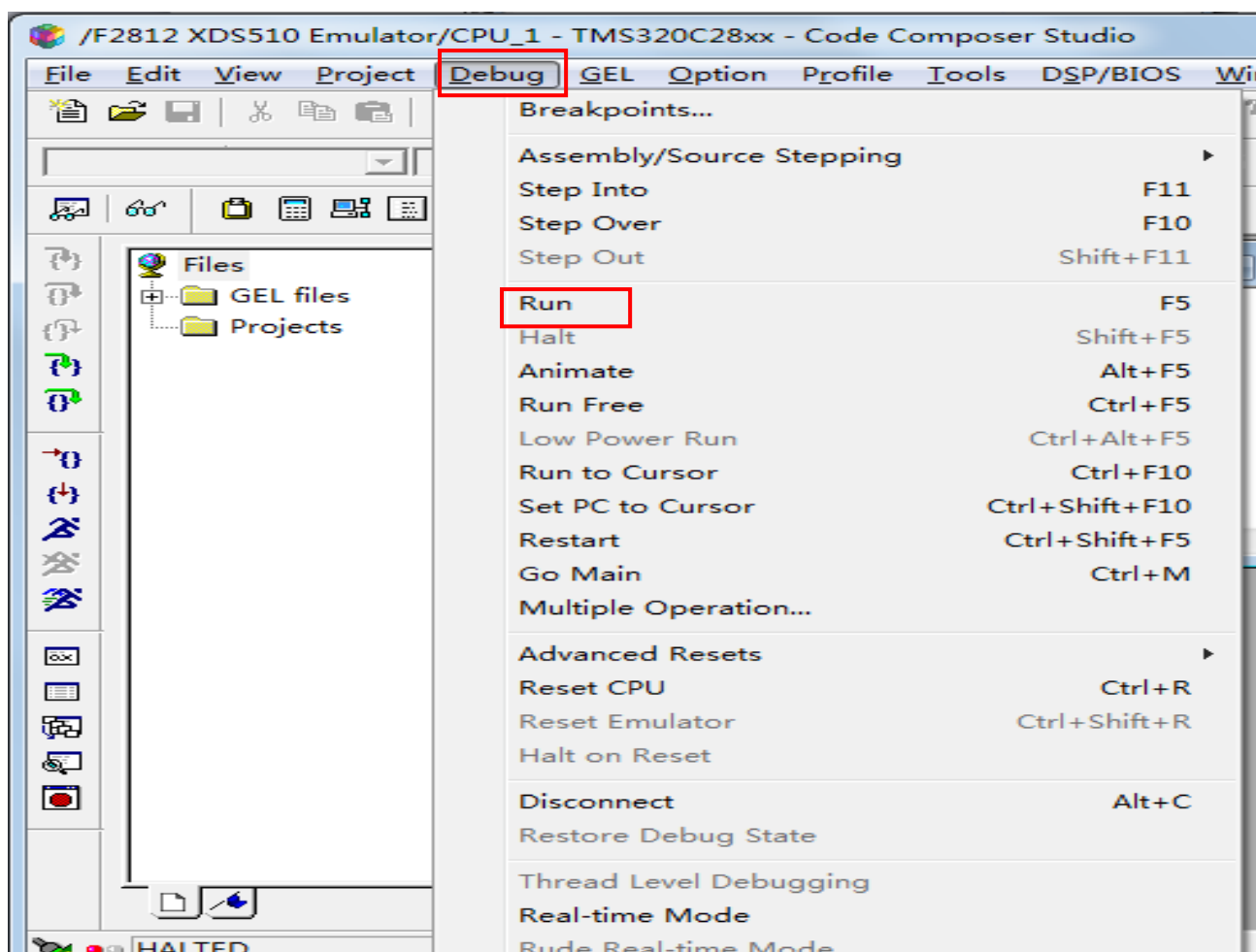


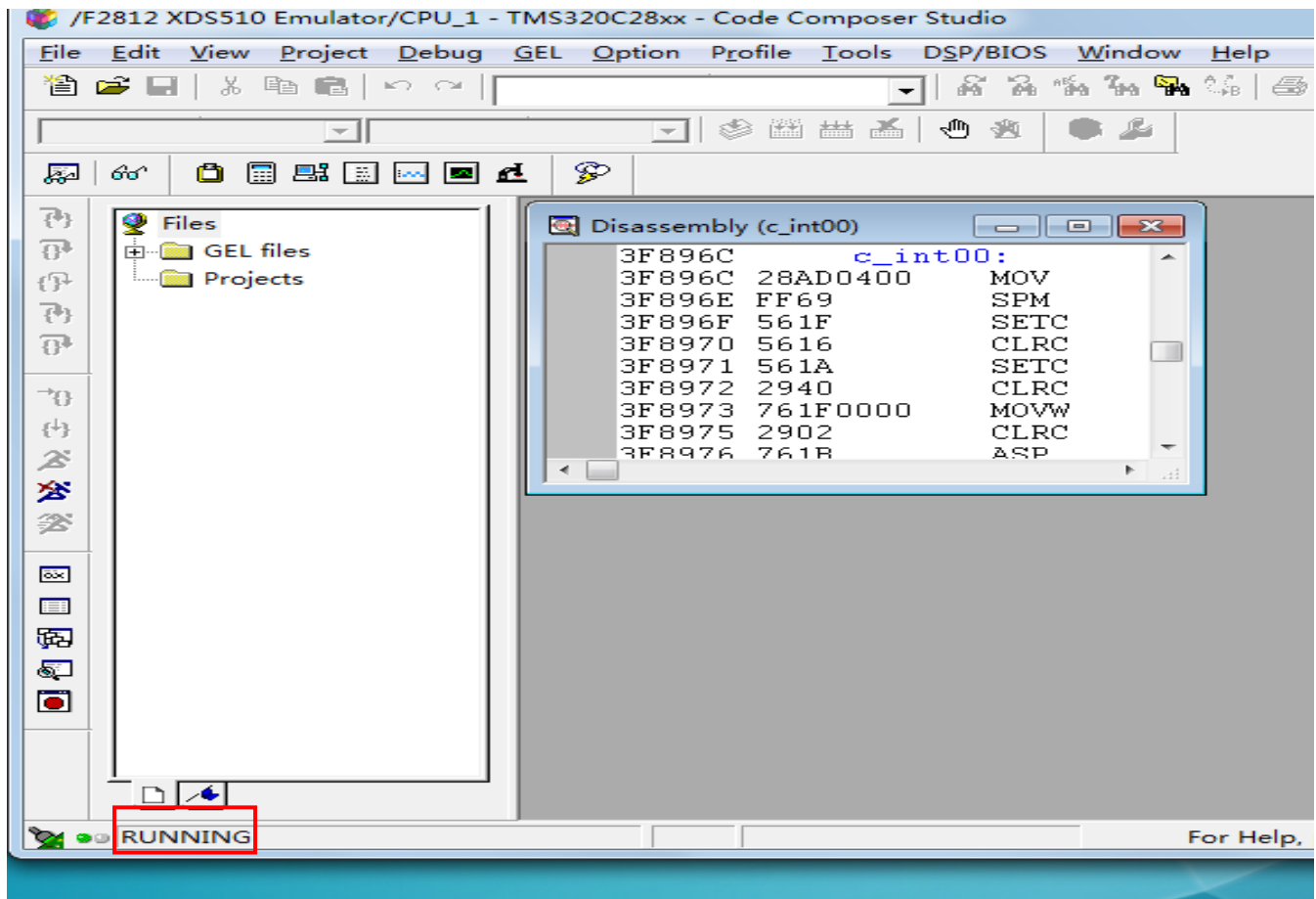
2. 点击 File->Load Program 选择 C:/DC_2812-test6:/Debug 文件夹下 dc2812.out 文件下载到 DSP 中。






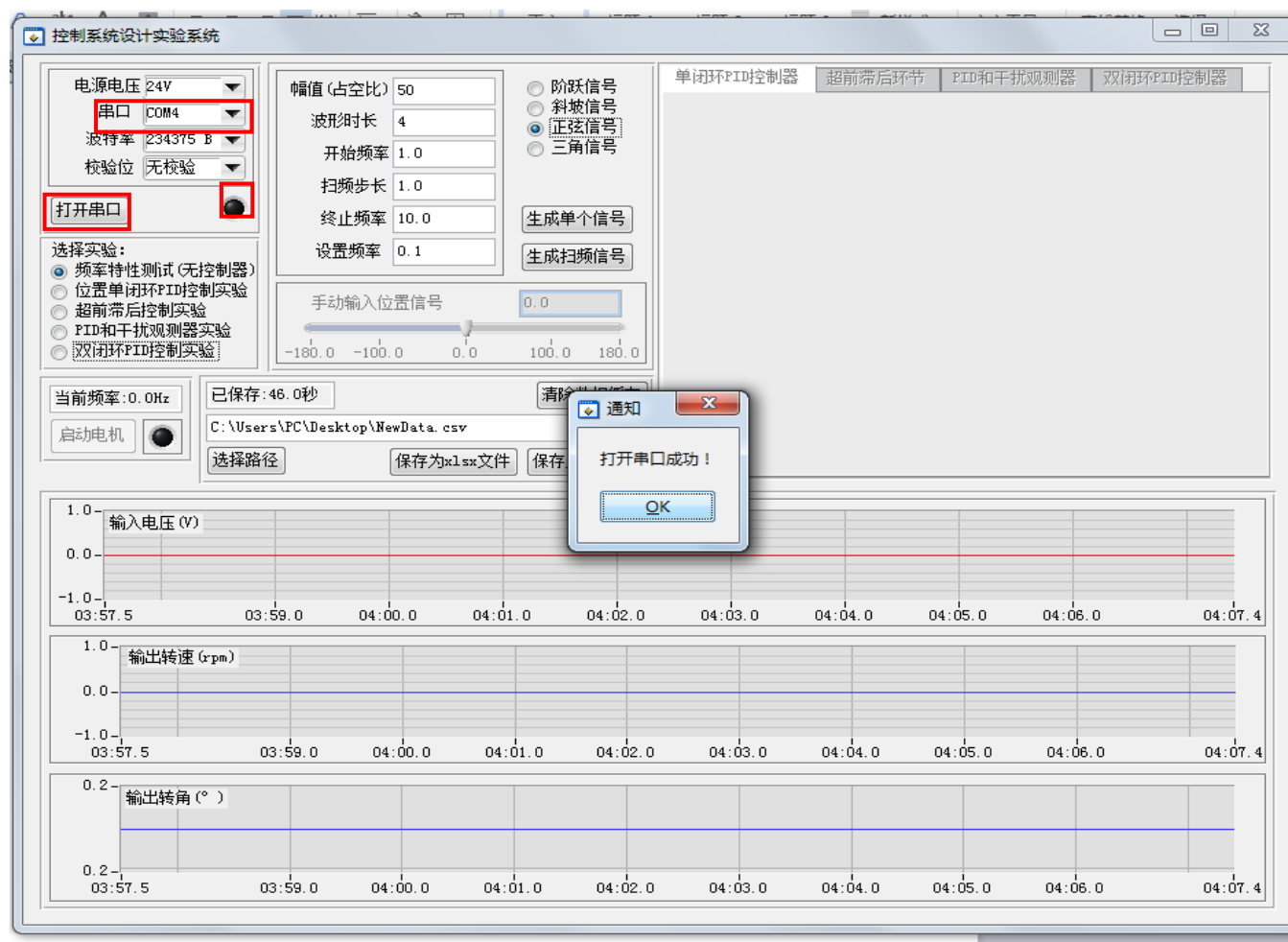
3. 下载成功后，点击 Debug->Run 运行 DSP 程序，左下角显示 RUNNING 则运行成功。





第二步 运行实验程序，开始进行频率特性测试。

1. 最小化 CCSv3.3 软件，打开实验软件 。首先配置 RS232通信选项。选择串口号，其他选项保持默认值不变，点击打开串口按钮。若打开成功，则显示打开成功通知，同时指示灯变绿色；否则请更改串口号重新进行连接。



2. 连接成功后，配置输入波形。
 - 1) 选择输入波形为正弦波；
 - 2) 推荐输入电压幅值占空比保持默认值 50%不变；每个频率波形输入保持默认值 4s 不变（若当前频率在 4s 时间中不够运行 5个周期时，将自动扩展为 5 个周期）；
 - 3) 开始频率设置为 0.1hz，步长设置为 0.1hz，终止频率设置为 1hz。配置完成后点击生成扫频信号按钮。则自动生成 0.1, 0.2, 0.3……1hz 正弦波形。(若想生成单一频率波形，设置频率中输入相应频率，生成单个信号按钮。)

幅值(占空比) 50

波形时长 4

开始频率 0.1

扫频步长 0.1

终止频率 1.0

设置频率 0.1

☐ 阶跃信号
☐ 斜坡信号
☒ 正弦信号
☐ 三角信号

生成单个信号

生成扫频信号

手动输入位置信号

0.0

-180.0

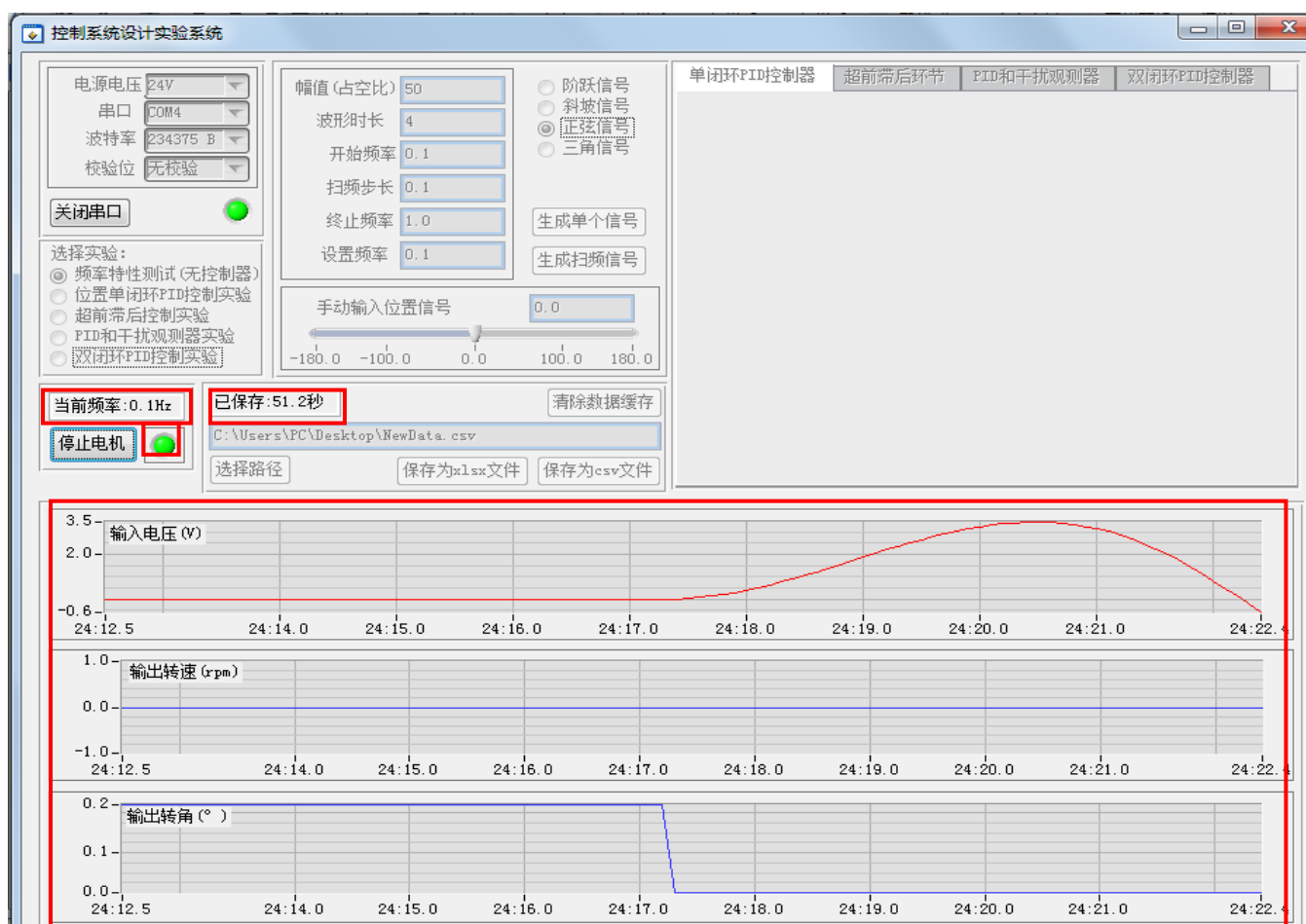
-100.0

0.0

100.0

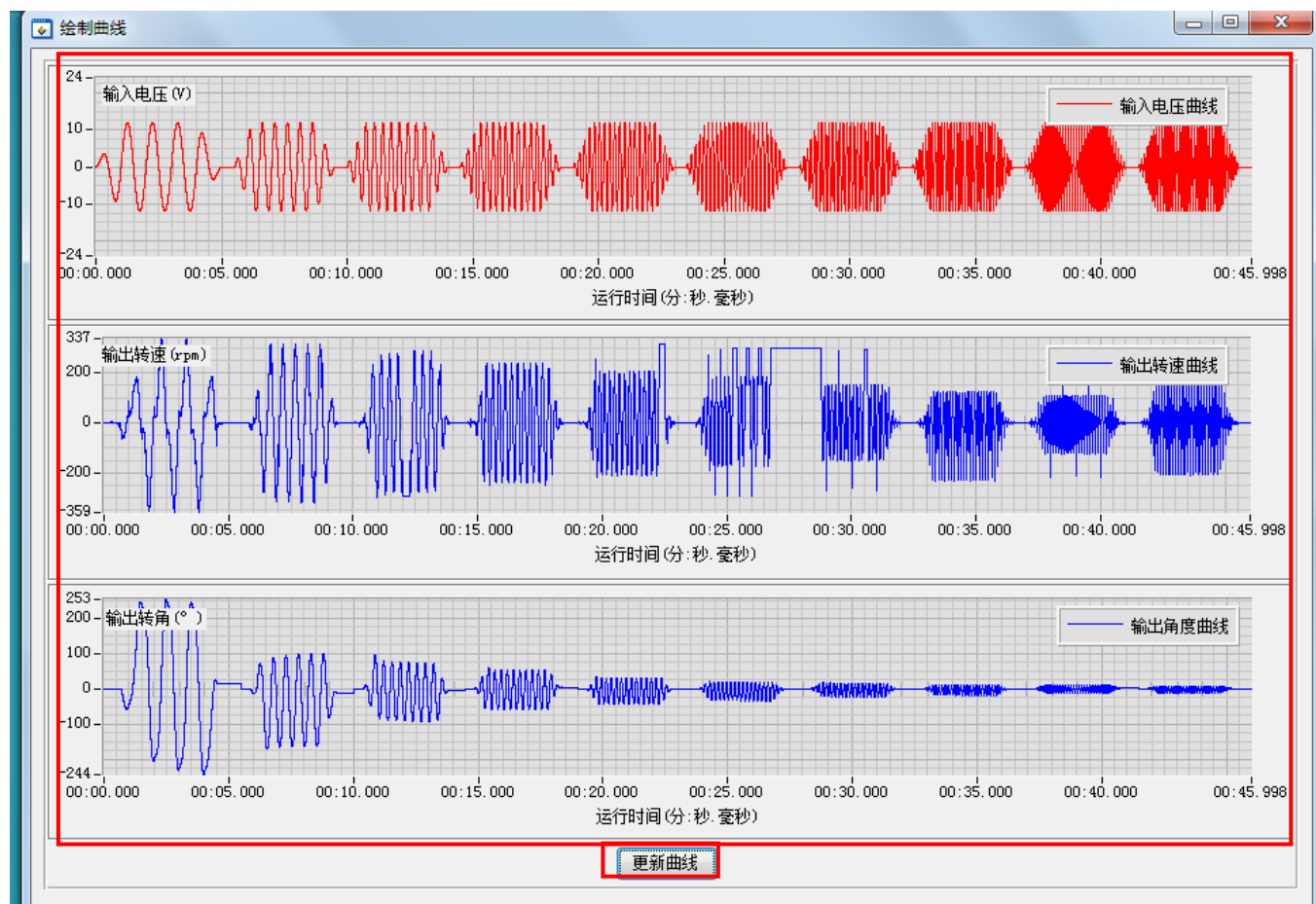
180.0

3. 点击启动电机按钮开始运行。正常运行时，绿色指示灯亮起，按钮上方会自动显示当前输入信号的频率，下方示波器中会显示当前输入和输出波形。同时运行过程中的数据点会被保存到缓存中。



4. 运行结束后，双击示波器可以查看缓存中数据绘制的曲线，在此界面中：

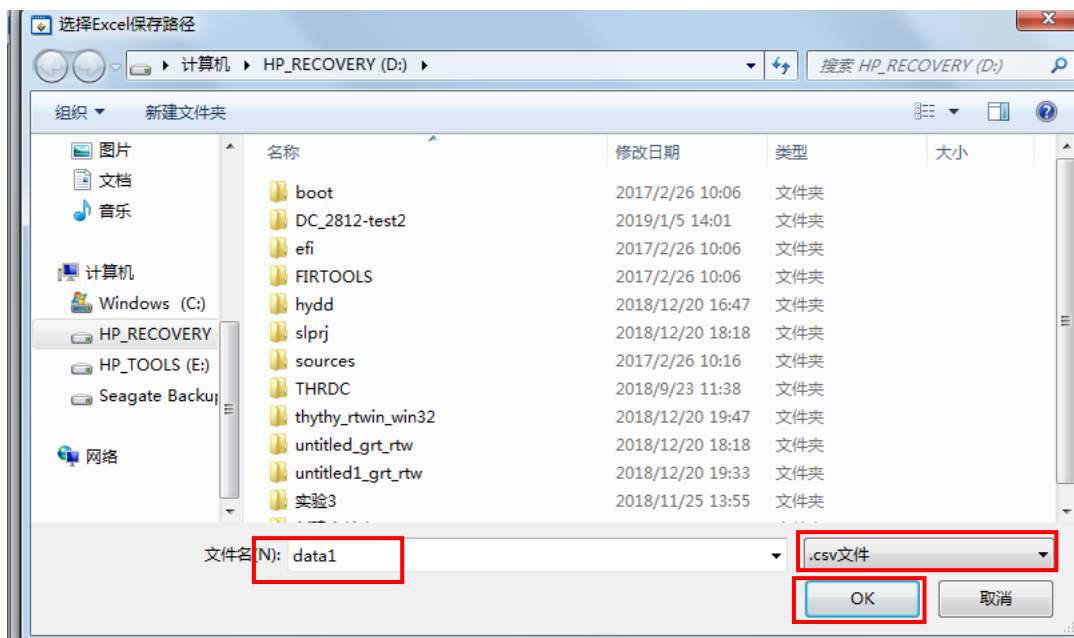
- 1) 按住 **Ctrl** 同时使用鼠标左键选中一个矩形框的区域，可将矩形框选中区域进行放大，
- 2) 按住 **Ctrl** 同时单击鼠标右键可以缩小，点击更新曲线按钮可以回到缩放最小的状态；
- 3) 按住 **Ctrl+Shift** 同时按鼠标左键可以拖动平移。



5. 数据保存运行结束后，选择保存路径，输入保存文件名，保存为.csv 文件，点击保存为.csv 文件按钮。保存成功会有提示。请将文件保存到 D 盘根目录或文件夹下。

The screenshot shows a data saving dialog box. It includes the following elements:

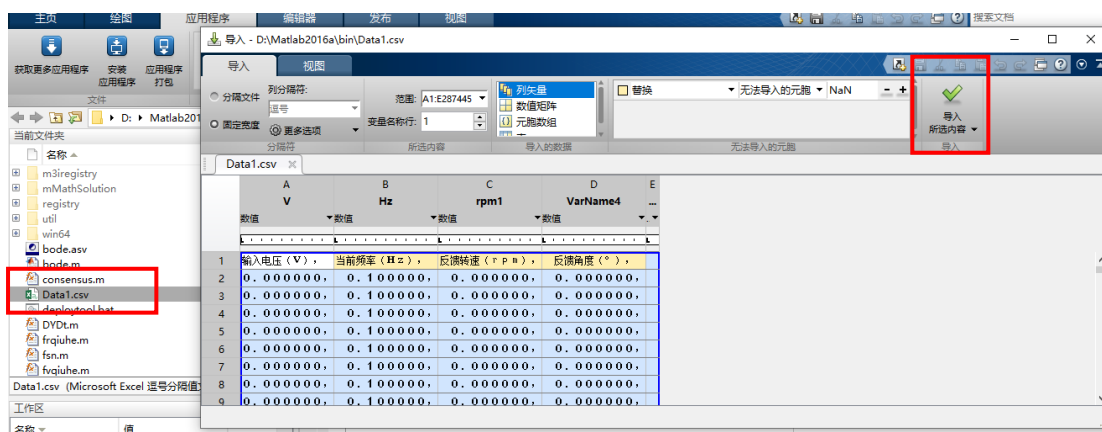
- A status bar at the top left showing "已保存: 52.6秒" (Already saved: 52.6 seconds).
- A button labeled "清除数据缓存" (Clear data cache) at the top right.
- A text input field containing the file path "D:\NewData.csv".
- A button labeled "选择路径" (Select path) at the bottom left, which is highlighted with a red box.
- Two buttons at the bottom right: "保存为xlsx文件" (Save as xlsx file) and "保存为csv文件" (Save as csv file).



6. 保存成功后，回到第 2 步设置开始频率 1.5hz，终止频率 20hz，步长可选为 0.5，重新扫频，并保存数据。（可根据绘制 bode 图的需要，选取其他数值的扫频步长）。

第三步 使用 matlab 绘制系统频率特性曲线，并进行系统辨识。

1. 打开 matlab，将 csv 文件拷贝到工作目录下，双击打开，点击导入按钮即可快速导入数据。



2. 编写 matlab 程序，将采集到的各个频率点的数据进行傅里叶变换，算出各个频率点的幅值和相角，并绘制 Bode 图。

提示：

(1) 使用

```
idx=find(isnan(input)); % find all NaN value
```


`input(idx)=0; % set 0 to these indexes`

将数据中的无效值清 0;

(2) 数据中, 当设置的频率在设置的时间中不够运行 5 个周期时, 将自动扩展为 5 个周期, 此时第 1 和第 5 个周期存在输入幅值渐变 (当采样频率为 500hz 时, 即前 $(500 \times 1 / \text{正弦频率})$ 个数据和后 $(500 \times 1 / \text{正弦频率})$ 个数据); 足够运行 5 个周期时, 设置时间的前 0.75 秒和后 0.75 秒存在幅值渐变 (当采样频率为 500hz 时, 即前 (500×0.75) 个数据和后 (500×0.75) 个数据), 同时频率运行结束后存在 1 秒的 0 输入 (当采样频率为 500hz 时, 即最后 (500×1) 个数据), 以上所说的数据点不应该参与运算。

(3) 程序的采样频率是 500hz, 即 1 秒产生 500 个数据点。

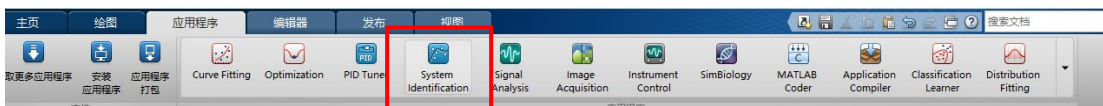
(4) 可以通过 `index=find(abs(frequence-xx)<0.001)` 寻找特定频率的数据索引。

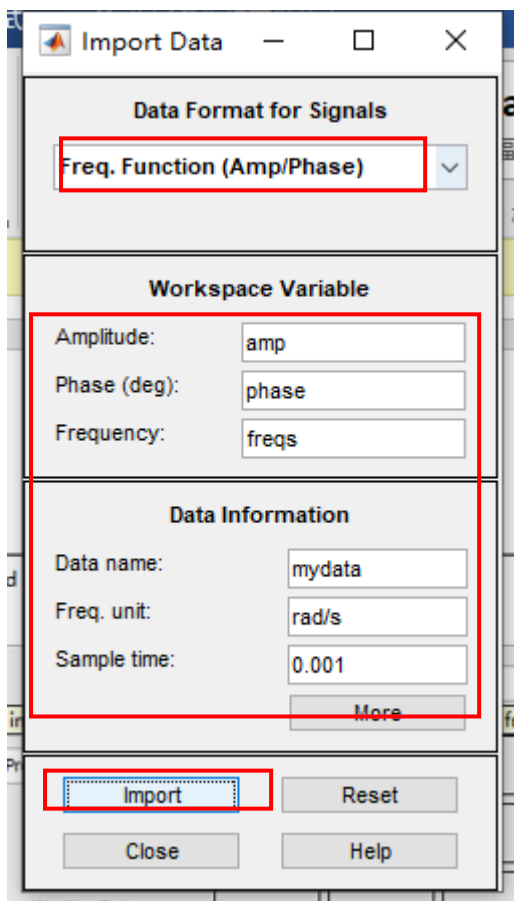
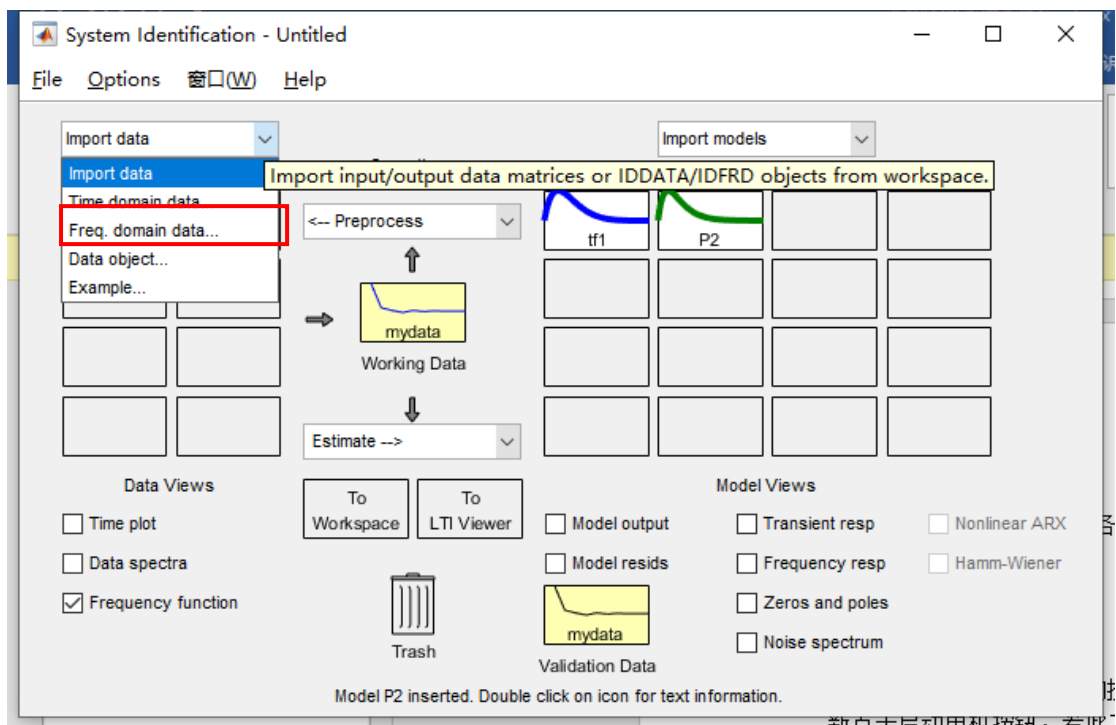
(5) 快速傅里叶变换函数 `fft()`, 按 F1 参考使用说明

(6) 可以使用 `find(amp == max(amp));` 方式在输入数据的频谱中寻找当前输入频谱最大值。从而确定当前输入频率。

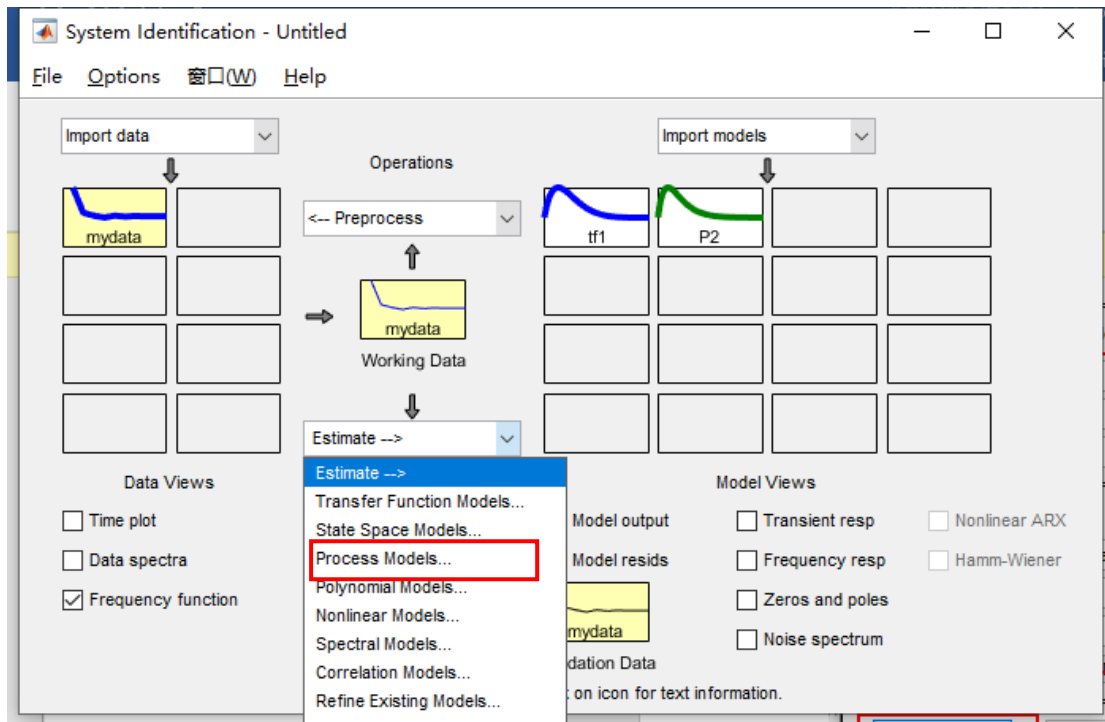
(7) 使用 `abs(),angle()` 分别获得各个频率正弦输入信号和对应的输出信号的幅值和相角特性。求取输出与输入的幅值比和相角差, 绘制 bode 图

3. 使用 matlab 系统辨识工具箱 System Identification 进行系统辨识, 得到系统传递函数辨识结果。





提示: 导入数据时,Amplitude 项应该是输出与输入的比值,不必转换成对数形式。Sample time 根据系统的采样时间填写,一般是 2ms,即填写 0.002。



导入成功后，点击上图按钮，设置辨识对象传递函数模型进行辨识。可以得出辨识结果。