

深圳大学实验报告

课程名称: 自动控制原理

实验名称: 基于 matlab 的系统辨识与 PID 参数自动调节

学 院: 机电与控制工程学院

专 业: 自动化

指导教师: 崔玉康

姓名: 学号: 2019110000 班级: 自动化

实验时间: 2022 年 6 月 日

提交时间: 2022 年 6 月 日

教务部制

作业目的与要求：

目的：通过 **matlab**，辨识出系统的传递函数，自动调出 **PID** 三项对应的参数，实现不错的控制效果

优点：1.节省“试凑 **PID**”的时间。

2.在辨识出传递函数后，还可以设计专门的控制器，达到经验调参不能做到的效果，提升控制效果。

方法、步骤：

需要的工具：1. **matlab** 中的 **system identification** 和 **PID tuner app**

2. **Simulink**

步骤：1.获取需要控制的电机的输入输出曲线，导入 **matlab**。

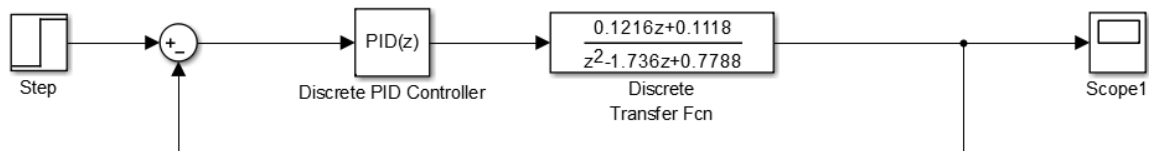
2.用 **system identification app**，系统辨识，得到传递函数；

3.用 **PID tuner** 自动整定 **PID** 参数

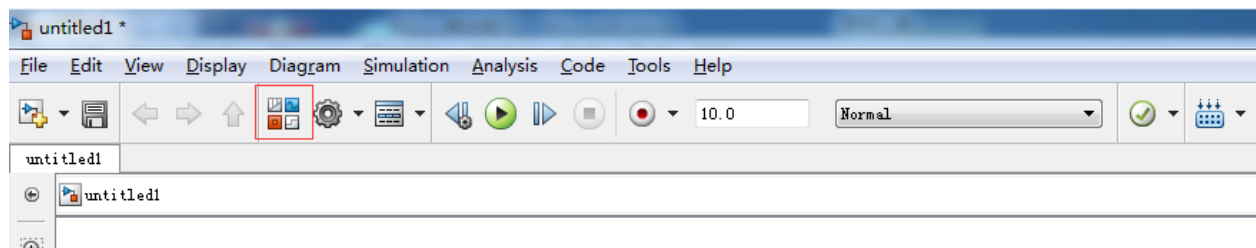
过程及内容：

一、系统辨识。

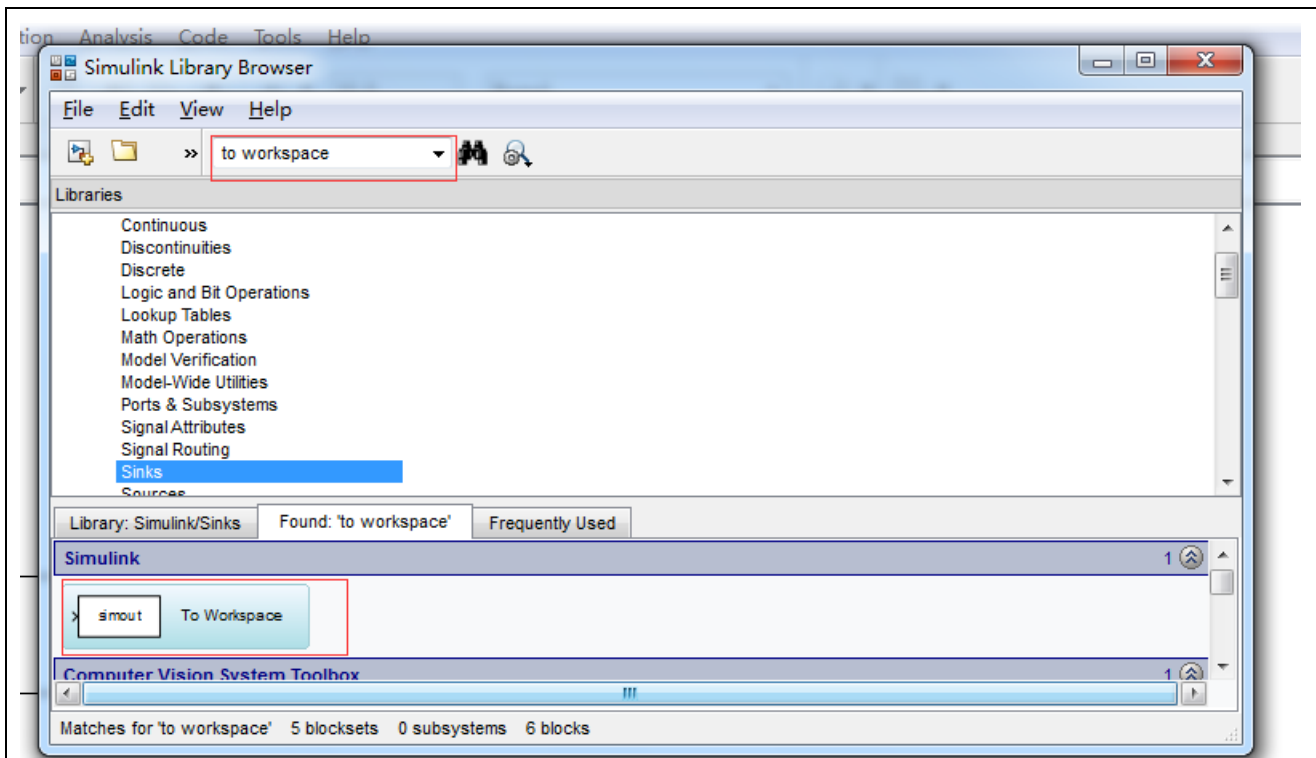
1. 新建 simulink 仿真模型并按照如下的离散传递函数建立结构图，如下图所示。



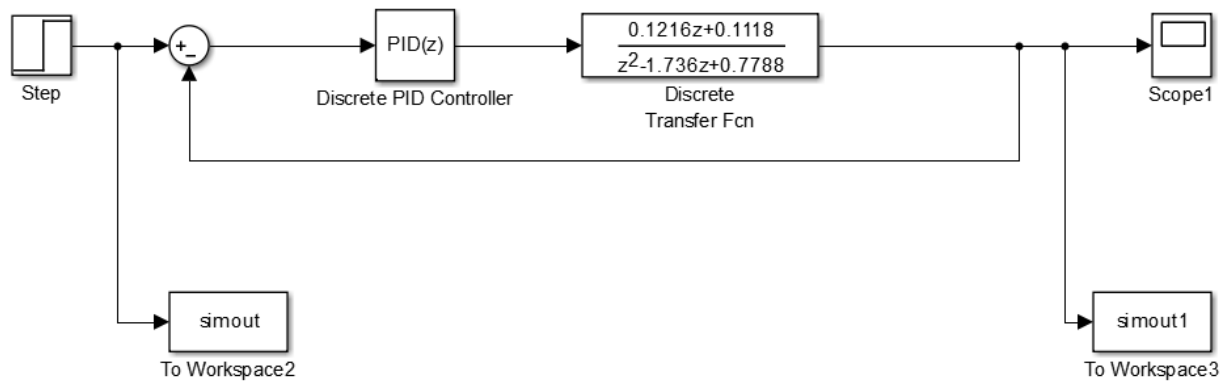
2. 在 simulink 仿真工作区菜单栏找到 library browser（如下图红框中图标）并点击。



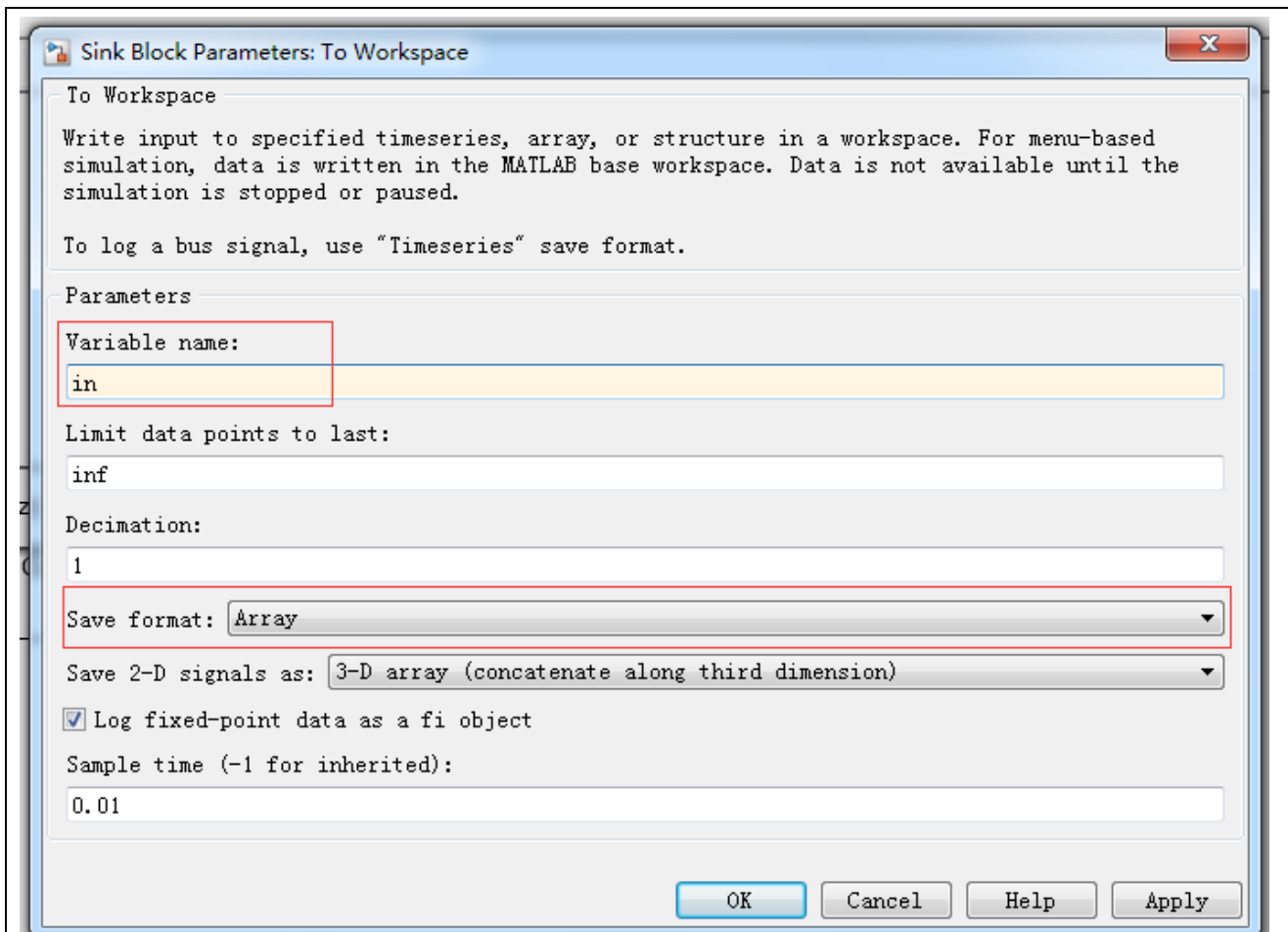
3. 在 library browser 搜索栏中输入 to workspace 找到数据导入工作区模块，并拖入仿真工作区中。



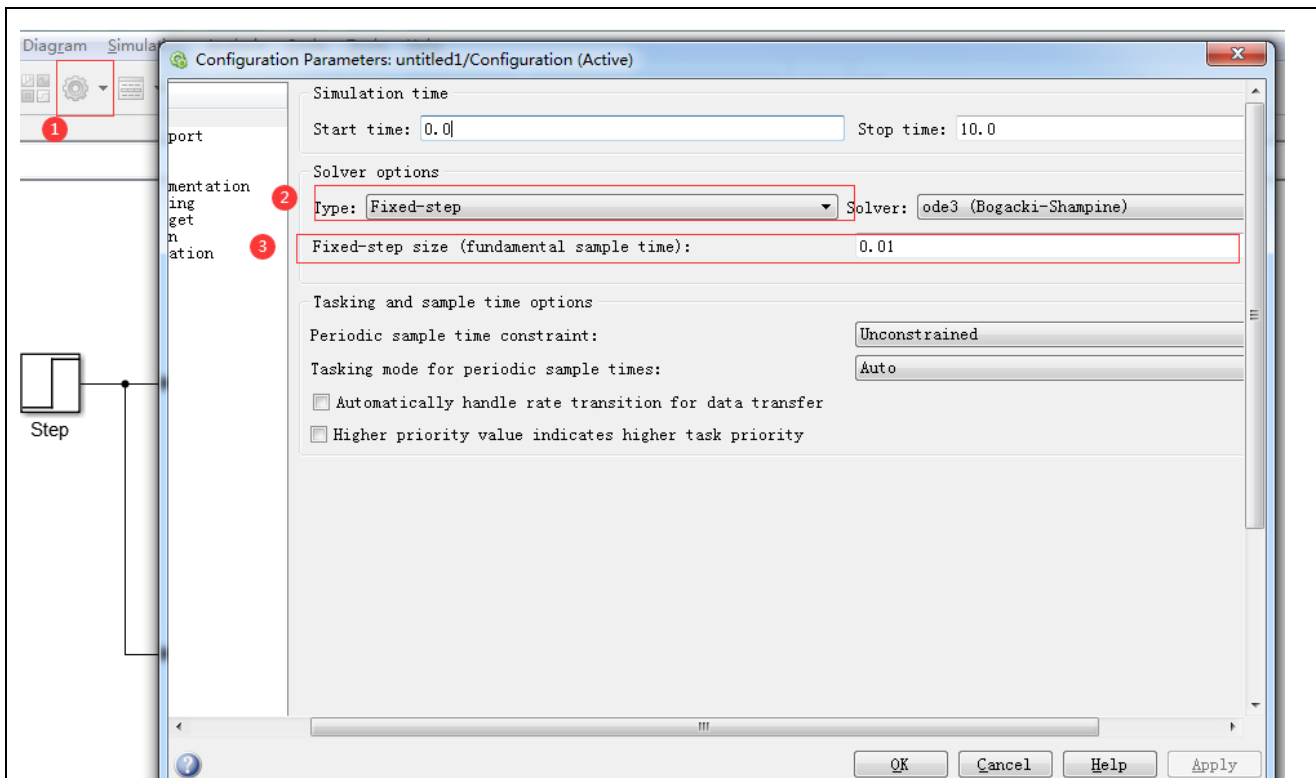
4.拖入两个并连成如下图所示



5.双击连接在输入端的模块，将变量名改为 in，将数据保存格式改为 Array，同理，双击连接在输出端的模块，变量名改为 out，数据保存格式改为 Array。



6.在仿真工作区菜单栏找到“黑色齿轮”并点击，出现下图所示的对话框，将 Type 改为固定步长，步长大小设置为 0.01.



7.分别点开阶跃输入将 step time 改为 0，采样时间改为 0.01；点开 PID 控制器、传递函数块、以及两个 to workspace 块，将采样时间都改为 0.01

Source Block Parameters: Step

Step

Output a step.

Parameters

Step time:

Initial value:

Final value:

Sample time:

☒ Interpret vector parameters as 1-D

☒ Enable zero-crossing detection

OK Cancel Help Apply

Function Block Parameters: Discrete PID Controller

PID Controller

This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the 'Tune...' button (requires Simulink Control Design).

Controller: PID Form: Parallel

Time domain:

☐ Continuous-time

☒ Discrete-time

Discrete-time settings

Integrator method: Forward Euler

Filter method: Forward Euler

Sample time (-1 for inherited): 0.01

Main PID Advanced Data Types State Attributes

Controller parameters

Proportional (P): 0.626671130930886 [Compensator formula](#)

Integral (I): 6.51689514674169

Derivative (D): 0.0129625211019928

Filter coefficient (N): 192.796929725047

$$P + I \cdot T_s \frac{1}{z-1} + D \frac{N}{1 + N \cdot T_s} \frac{1}{z-1}$$

OK Cancel Help Apply

Function Block Parameters: Discrete Transfer Fcn

Discrete Transfer Fcn

Implement a z-transform transfer function. Specify the numerator and denominator coefficients in descending powers of z. The order of the denominator must be greater than or equal to the order of the numerator.

Main | Data Types | State Attributes

Data

	Source	Value
Numerator:	Dialog	[0.1216 0.1118]
Denominator:	Dialog	[1 -1.736 0.7788]
Initial states:	Dialog	0

External reset: None

Input processing: Elements as channels (sample based)

☐ Optimize by skipping divide by leading denominator coefficient (a0)

Sample time (-1 for inherited): 0.01

OK Cancel Help Apply

Sink Block Parameters: To Workspace

To Workspace

Write input to specified timeseries, array, or structure in a workspace. For menu-based simulation, data is written in the MATLAB base workspace. Data is not available until the simulation is stopped or paused.

To log a bus signal, use "Timeseries" save format.

Parameters

Variable name: in

Limit data points to last: inf

Decimation: 1

Save format: Array

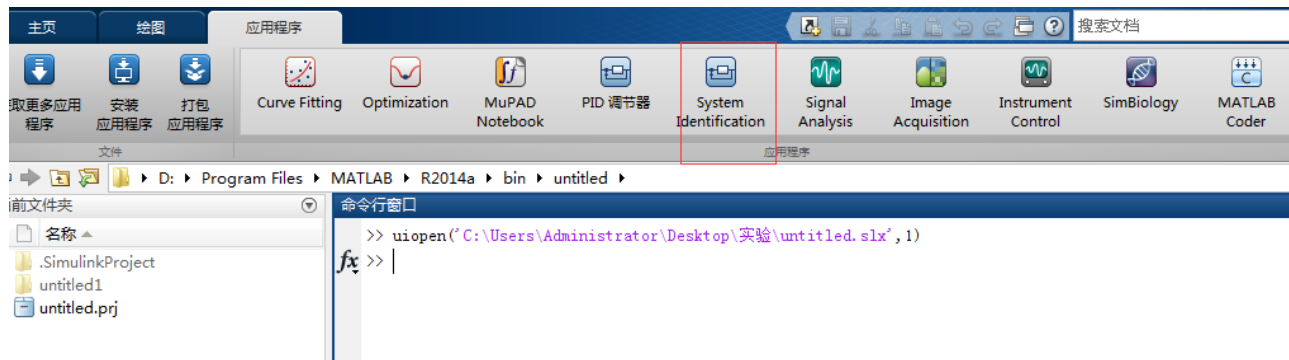
Save 2-D signals as: 3-D array (concatenate along third dimension)

☒ Log fixed-point data as a fi object

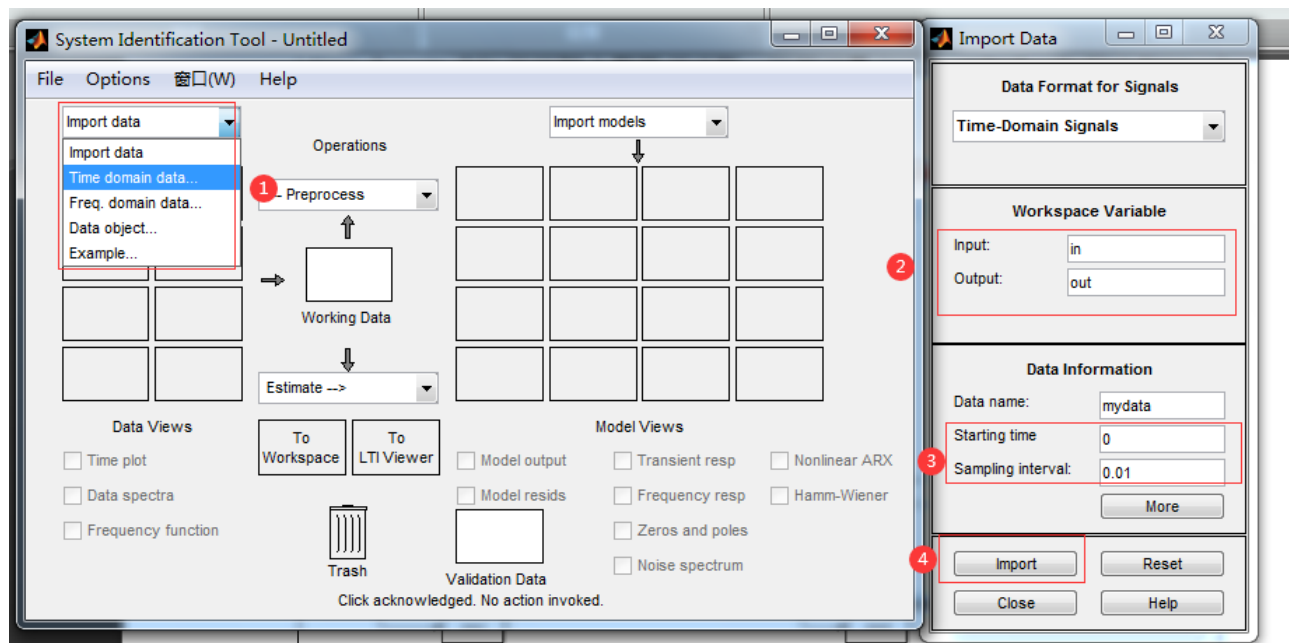
Sample time (-1 for inherited): 0.01

OK Cancel Help Apply

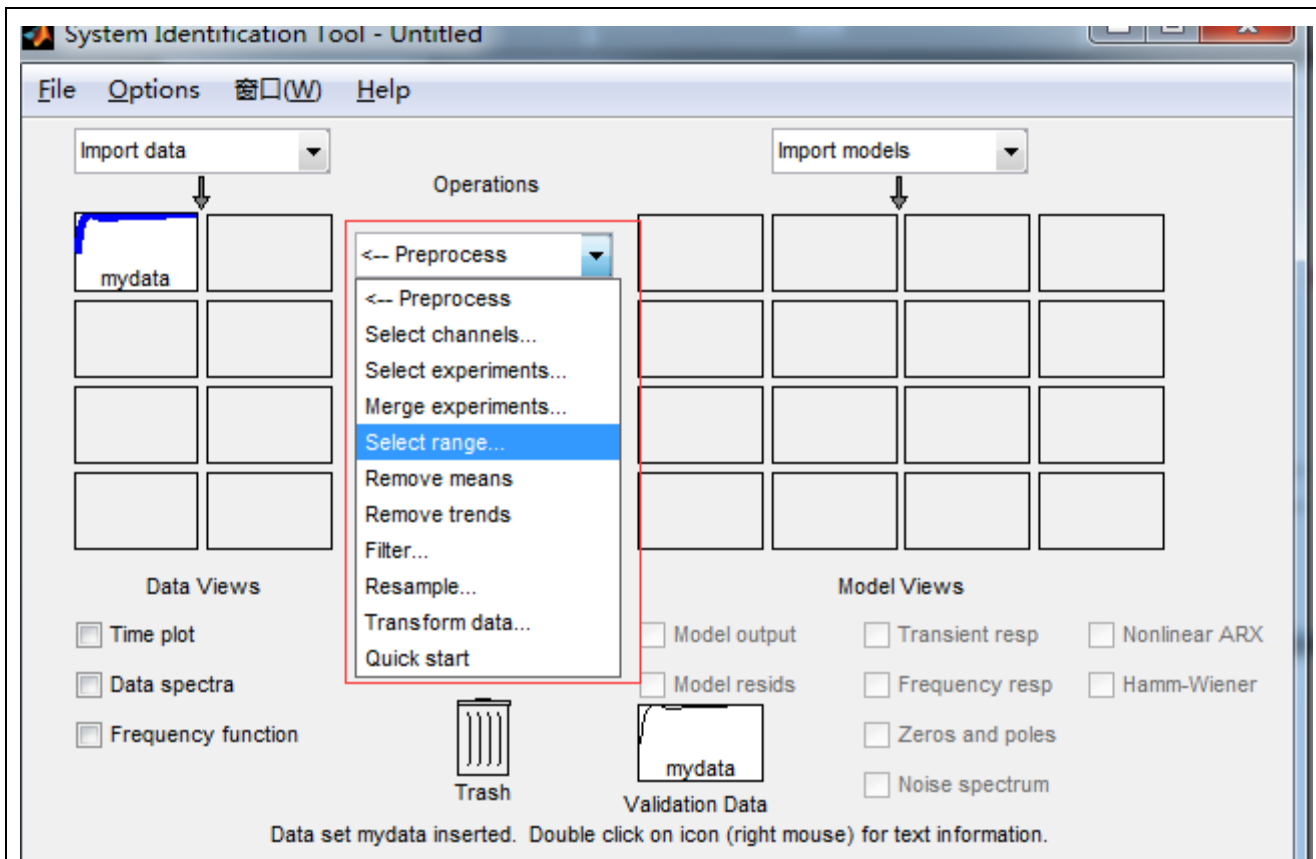
8. 点击运行，然后在 matlab 主页面应用程序中找到系统辨识按钮并点击。



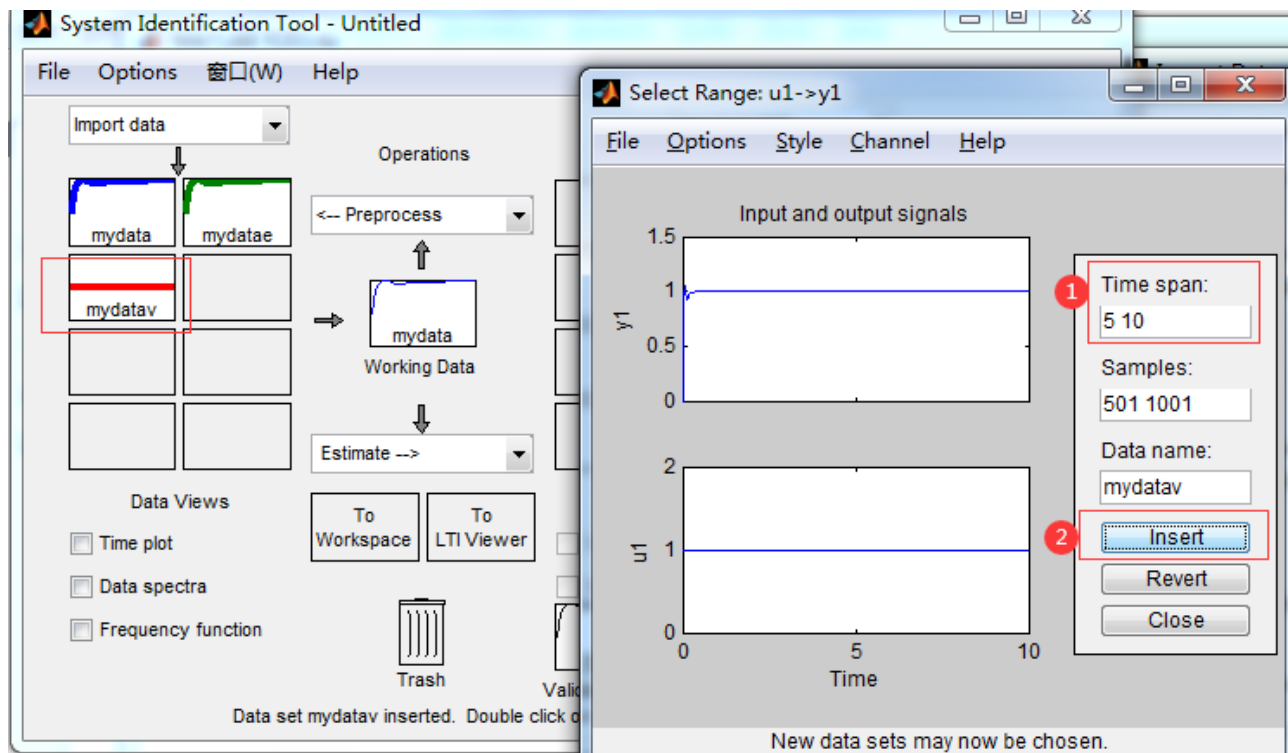
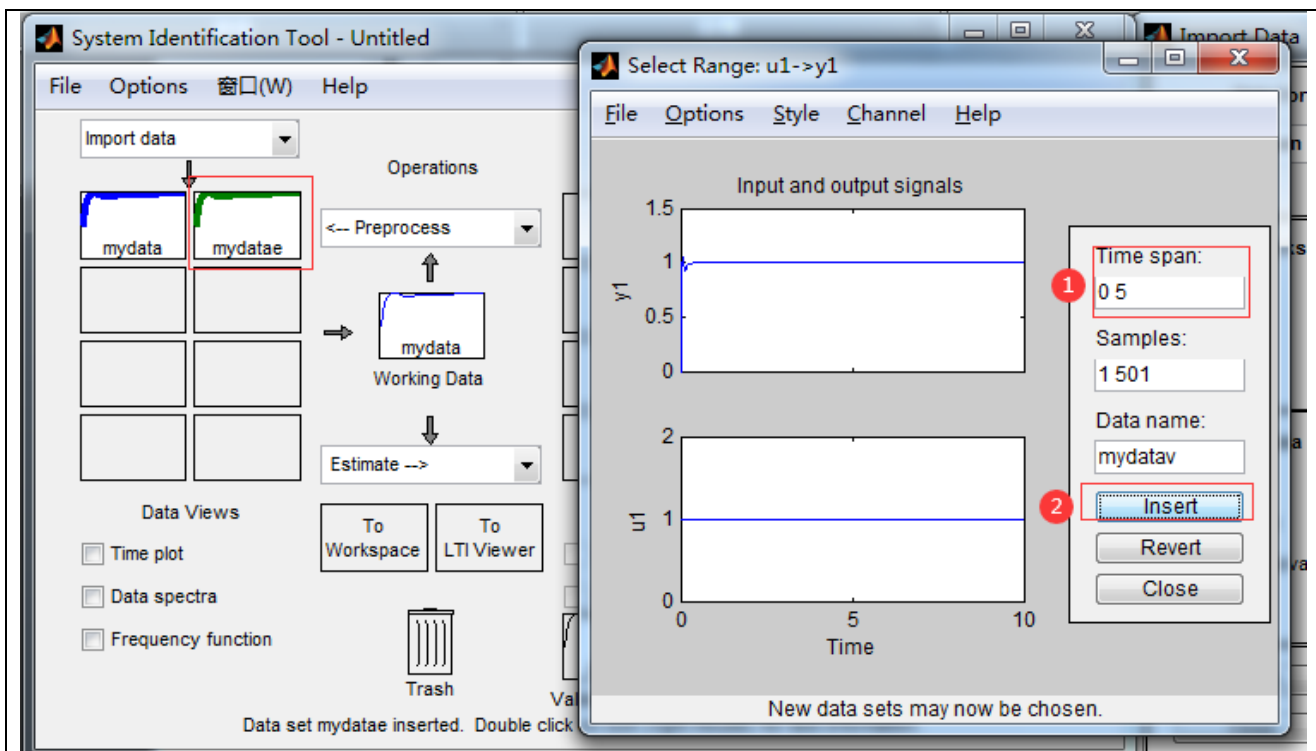
9. 出现了下图所示的系统辨识工具对话框，点击输入数据，下拉选项选择第二项 time domain data 出现输入数据对话框，分别设置 input、output、starting time、sampling interval 值设置为如下图所示，然后点击 import。



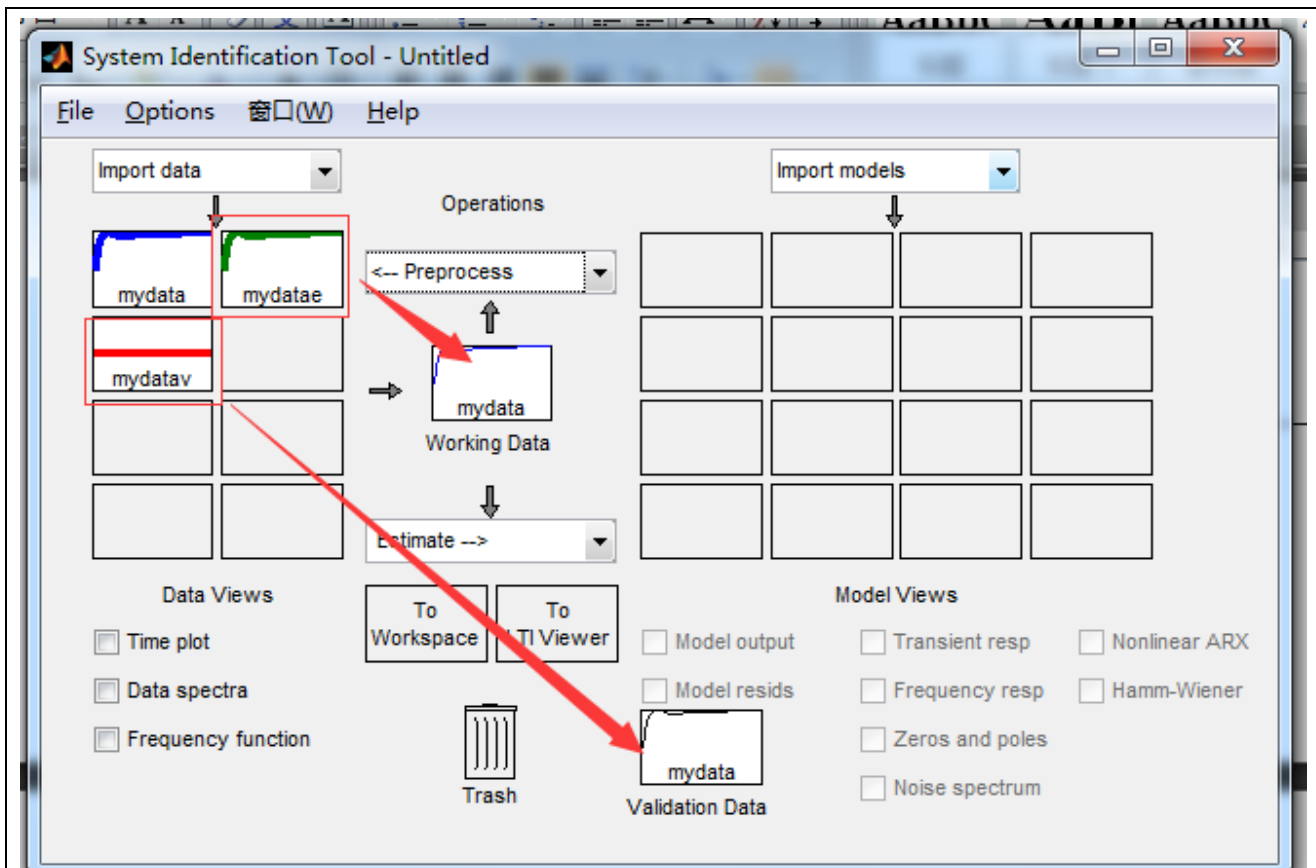
10. 点击预处理选项，选择 select range



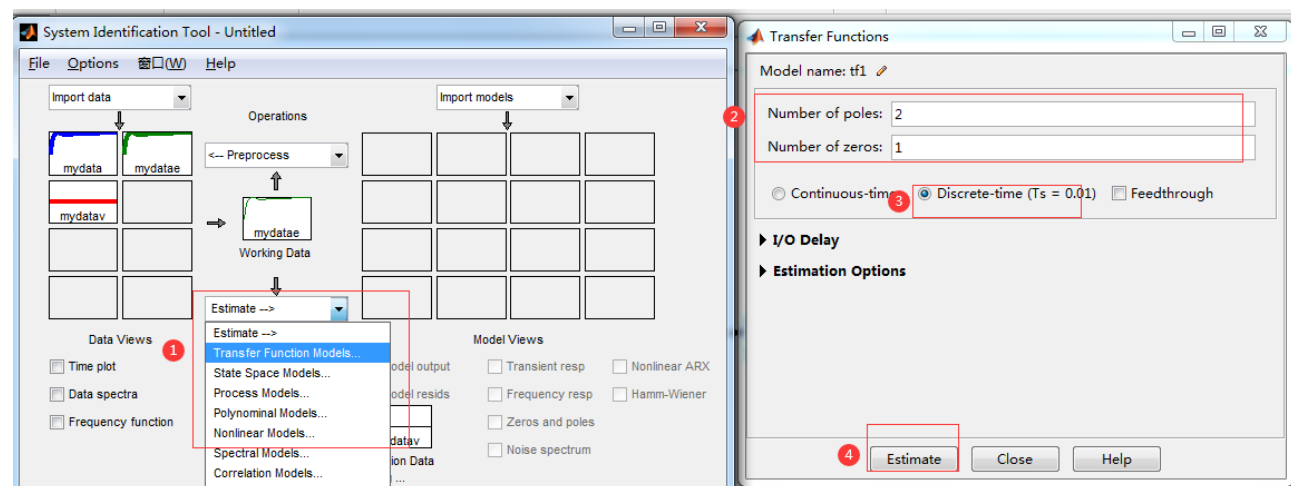
11.出现选择范围对话框，将时间间隔设置为 0 5（中间有个空格），点击 insert，于是就得到了左方图形，同理在点击一次 select range，将时间间隔改为 5 10，点击 insert 又得一个图形。



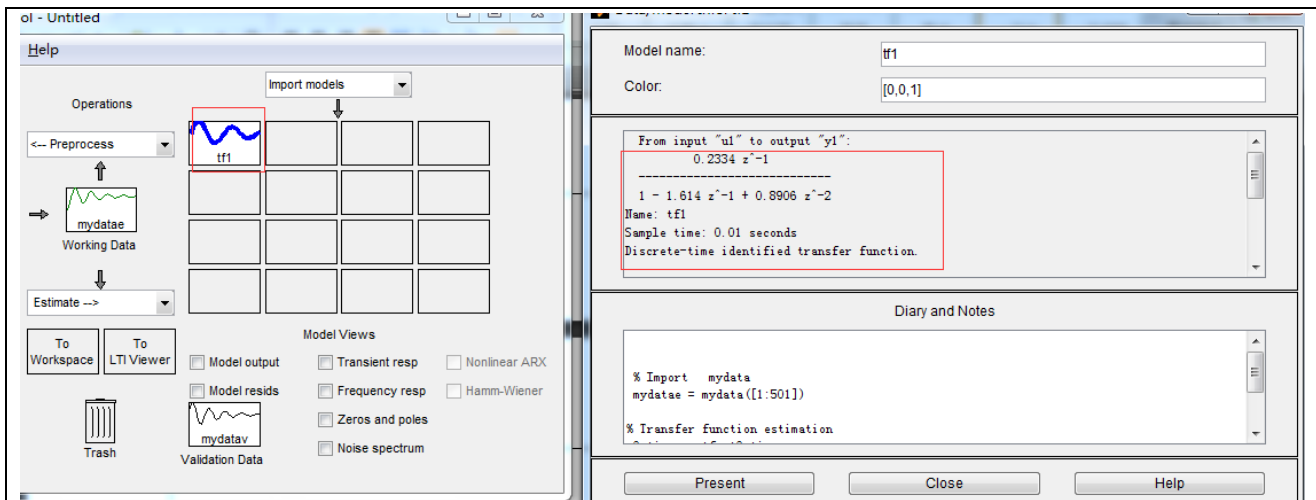
12.将 mydatae 拖入到 working data、mydatav 拖入到 validation data



13. 点击估算传递函数选项，选择第二项传递函数模型，将极点设置为 2，零点设置为 1，函数类型设置为 discrete-time，然后点击 estimate。



14. 可以得到下图左端数据图像，双击 tf1 得到右端辨识出的传递函数和数据拟合率。

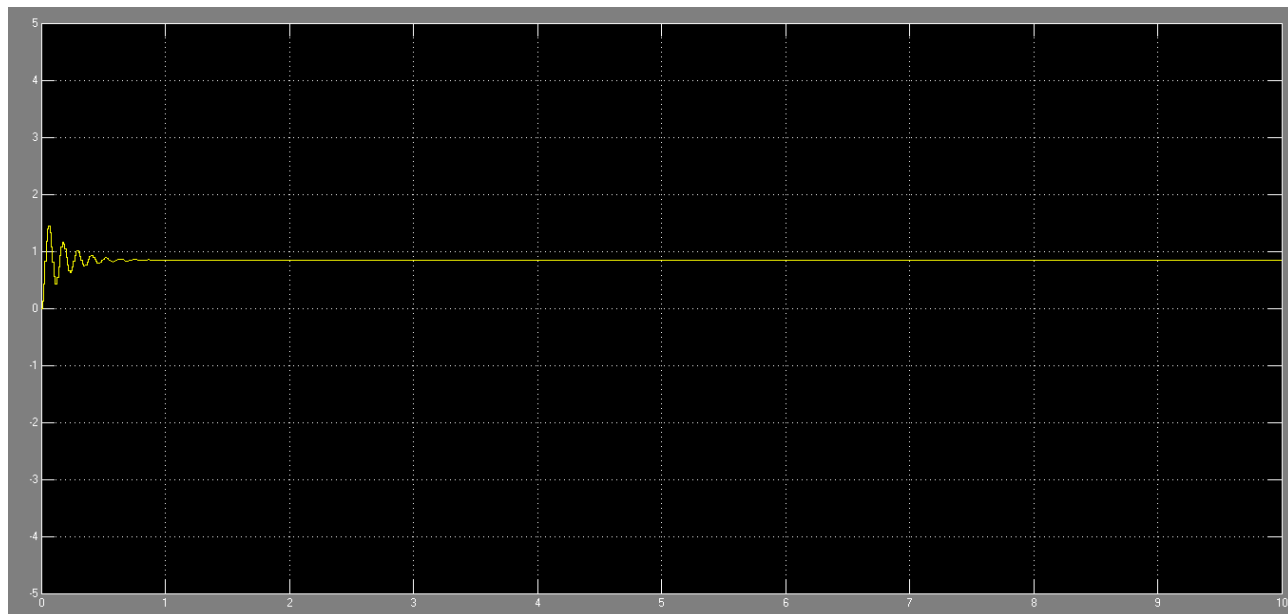


Number of poles: 2 Number of zeros: 1
 Number of free coefficients: 3
 Use "tfdata", "getpvec", "getcov" for parameters and their uncertainties.

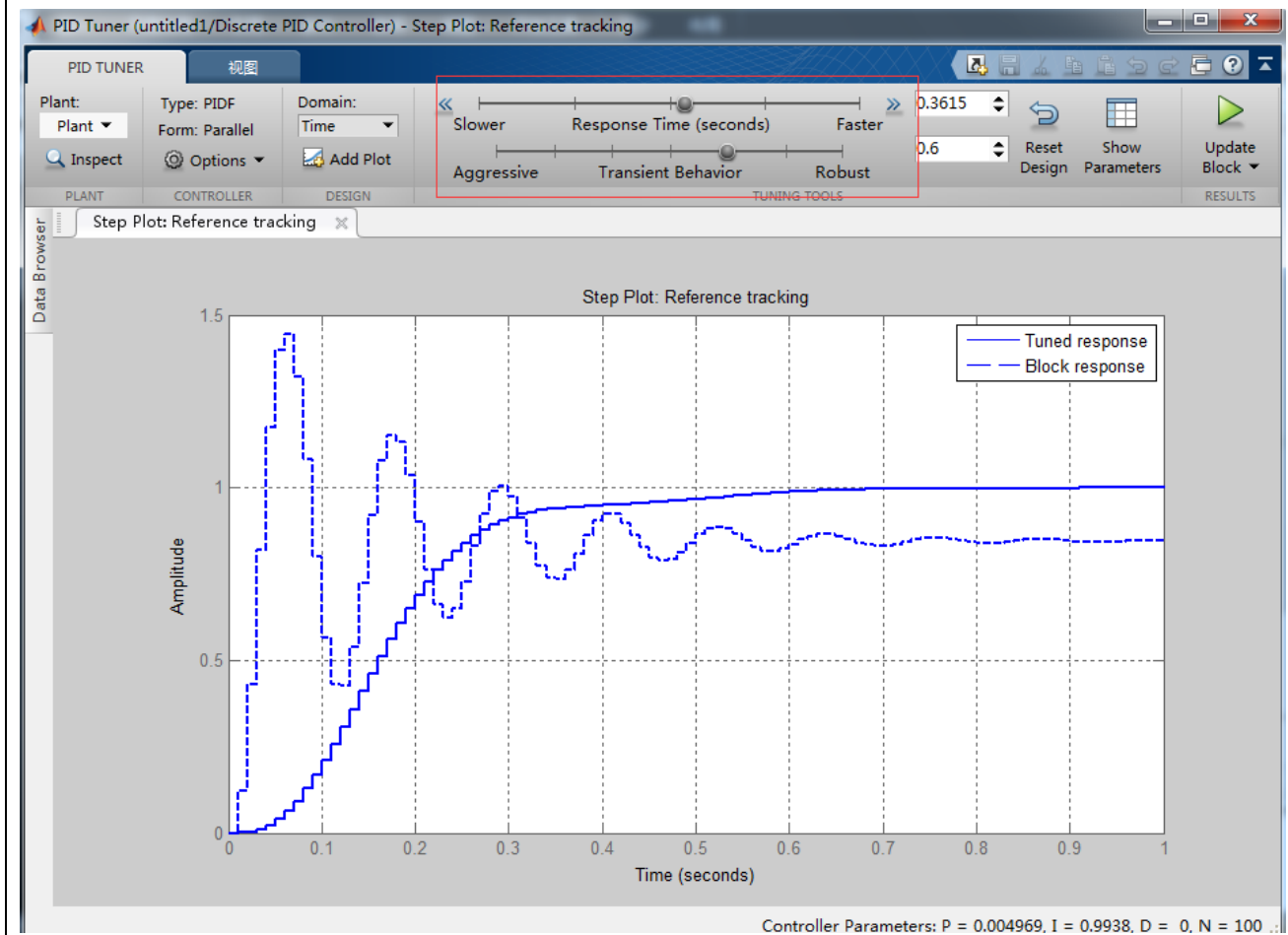
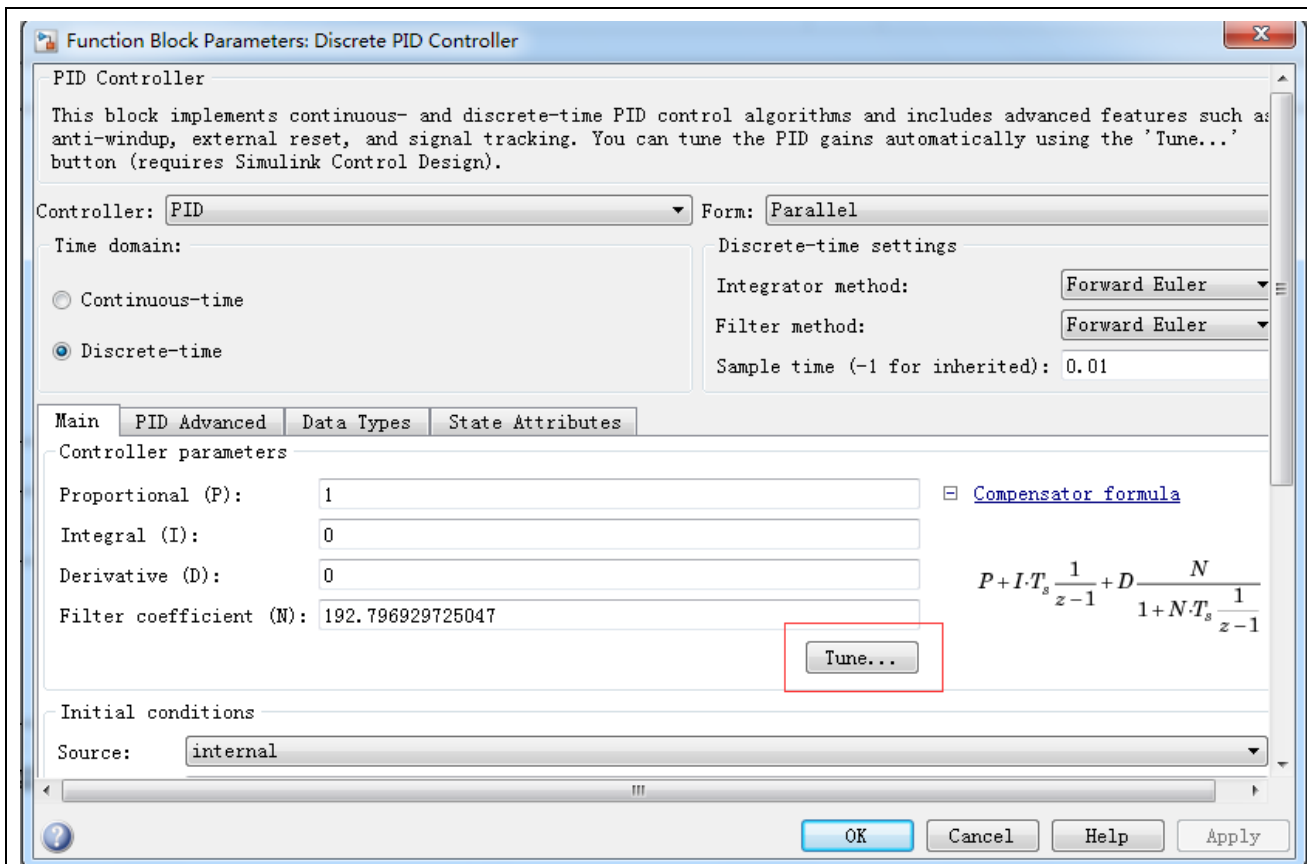
Status:
 Estimated using IFESTI on time domain data "mydataae".
 Fit to estimation data: 100% (simulation focus)
 FPE: 1.604e-31, MSE: 1.833e-31

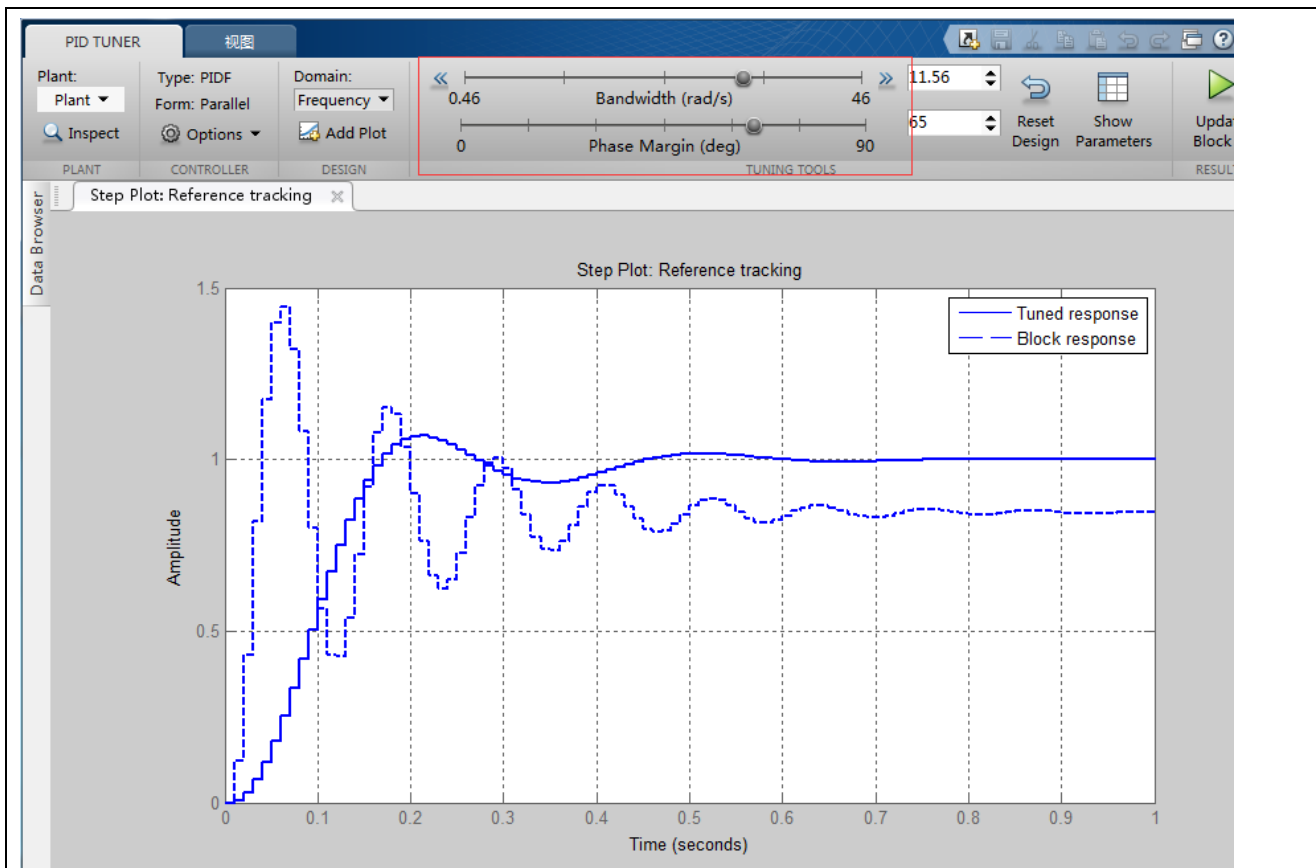
二、自动整定 PID 参数。

1.自动整定前运行系统，得到系统输出曲线图如下。

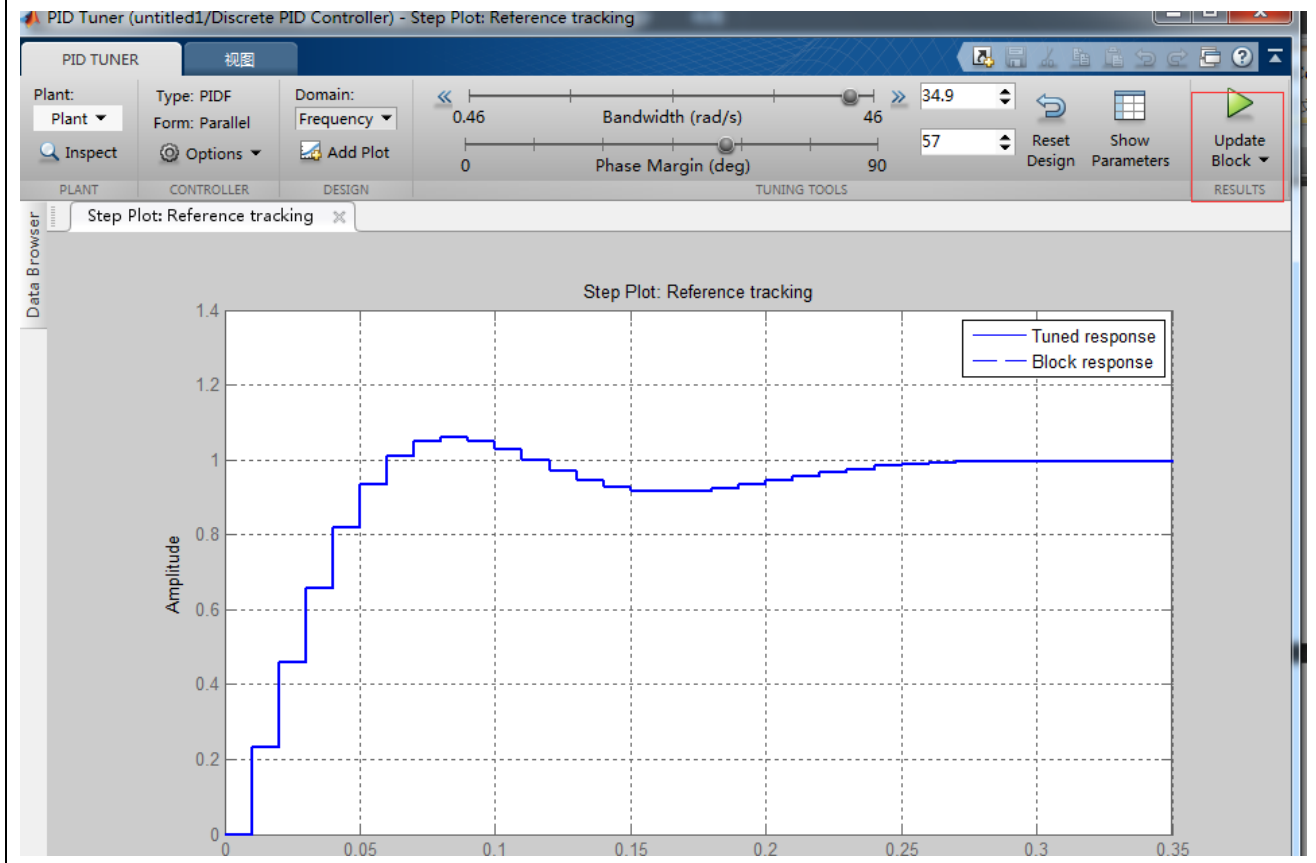


2.双击 PID 控制器，点击 tune 按钮。可以在时域及频域下调节系统响应时间，带宽等参数，使得系统的调节时间、超调量、稳态误差满足我们的需要。

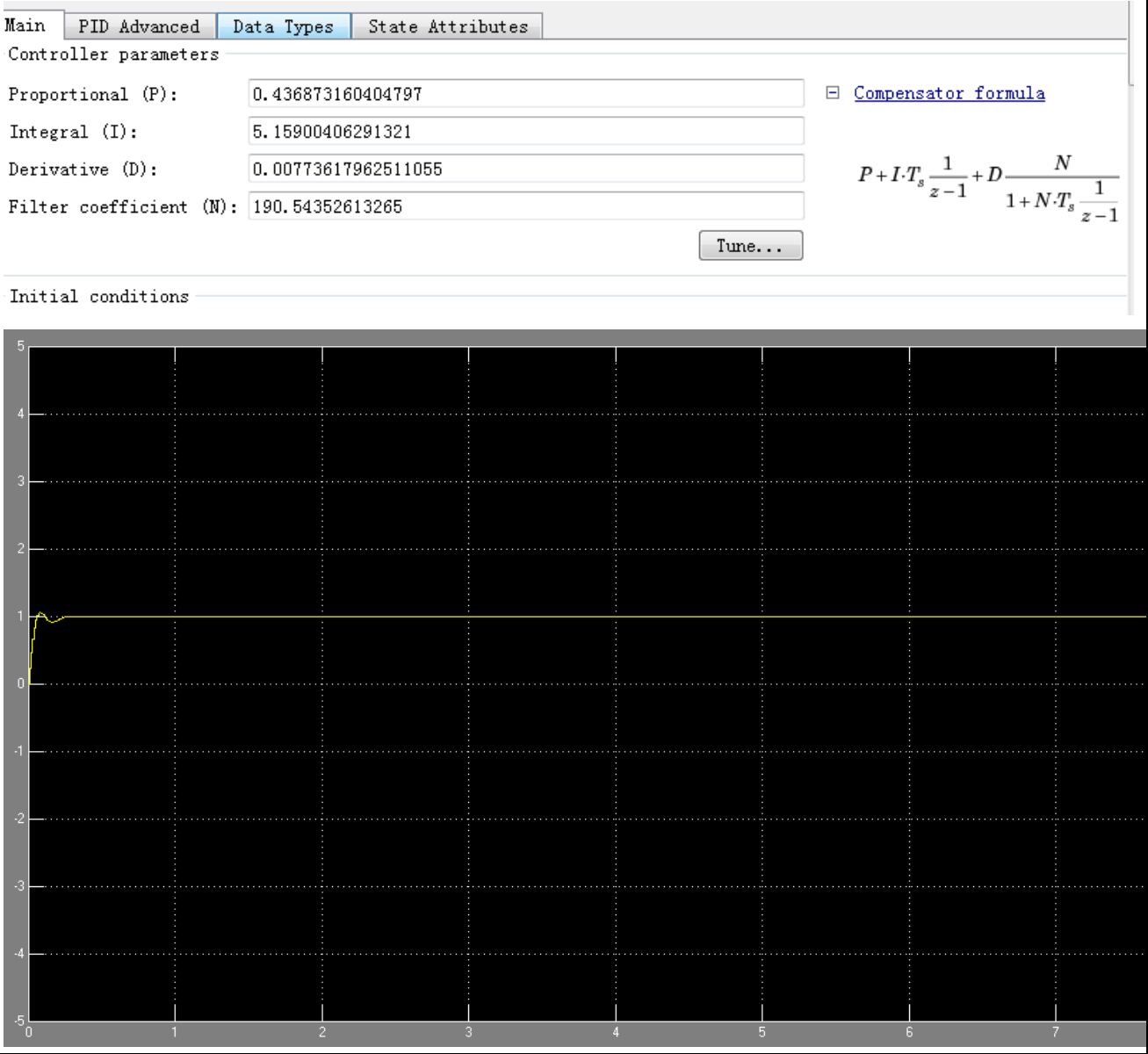




3. 调节完成后，点击 update，将 PID 参数更新至 PID 控制器中



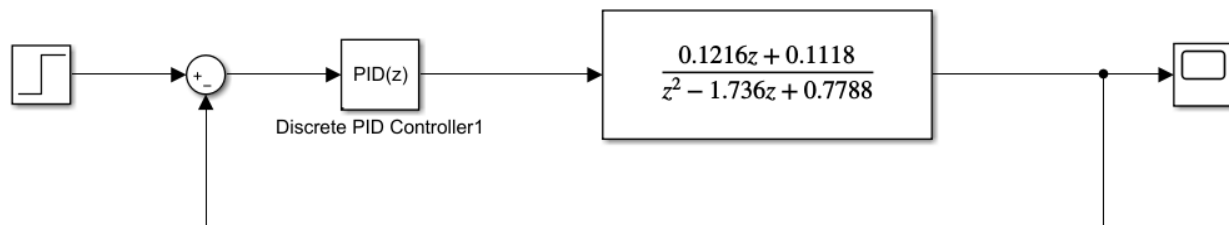
4. 自动整定后的 PID 参数及系统输出曲线。



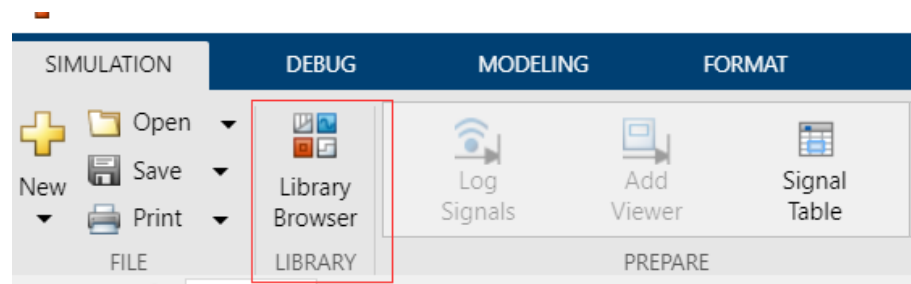
数据处理分析：（详细记录实验过程的步骤，并截图展示）

一、系统辨识。

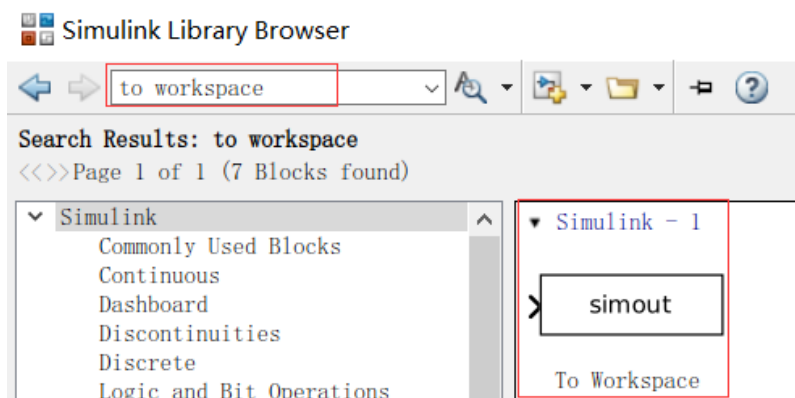
1.按照新建 simulink 仿真模型并如下的离散传递函数建立结构图，如下图所示。



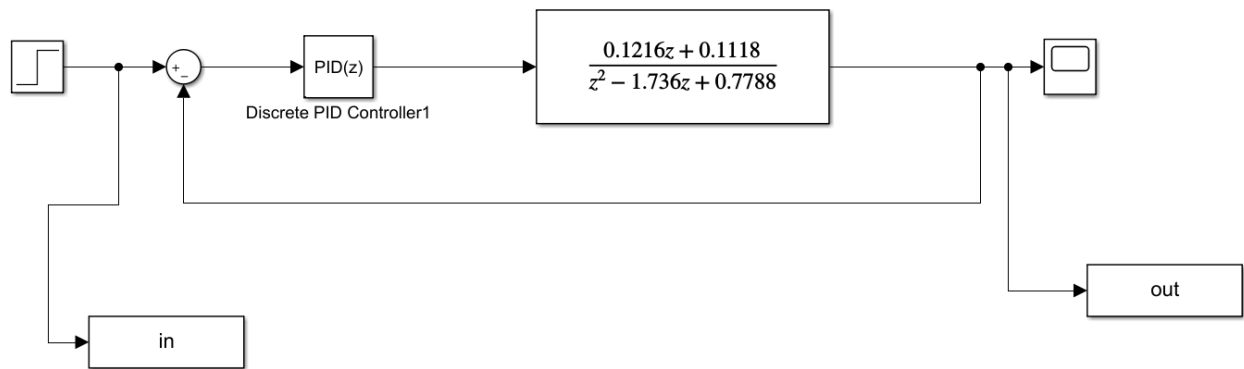
2.在 simulink 仿真工作区菜单栏找到 library browser（如下图红框中图标）并点击。



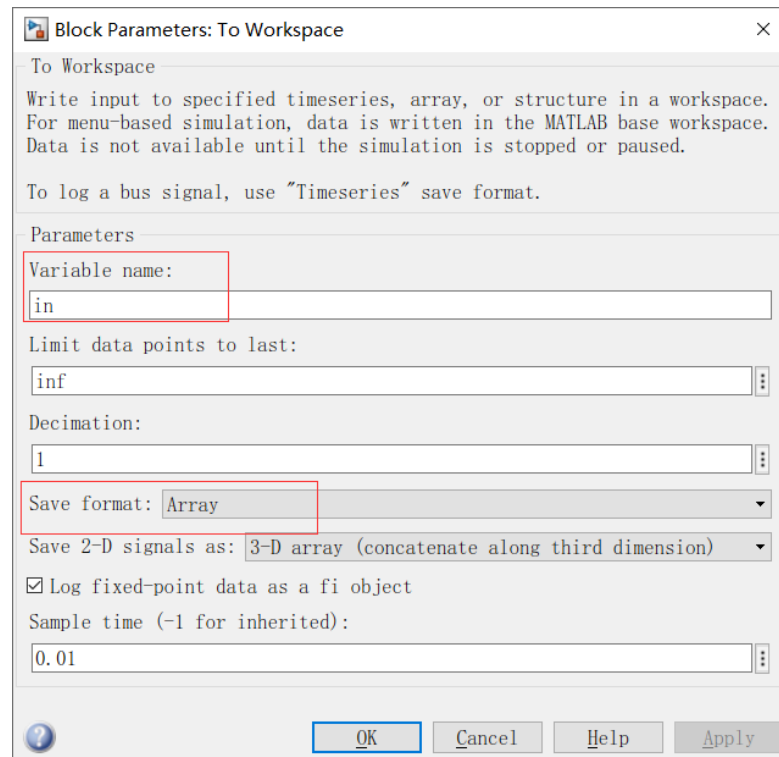
3.在 library browser 搜索栏中输入 to workspace 找到数据导入工作区模块，并拖入仿真工作区中。



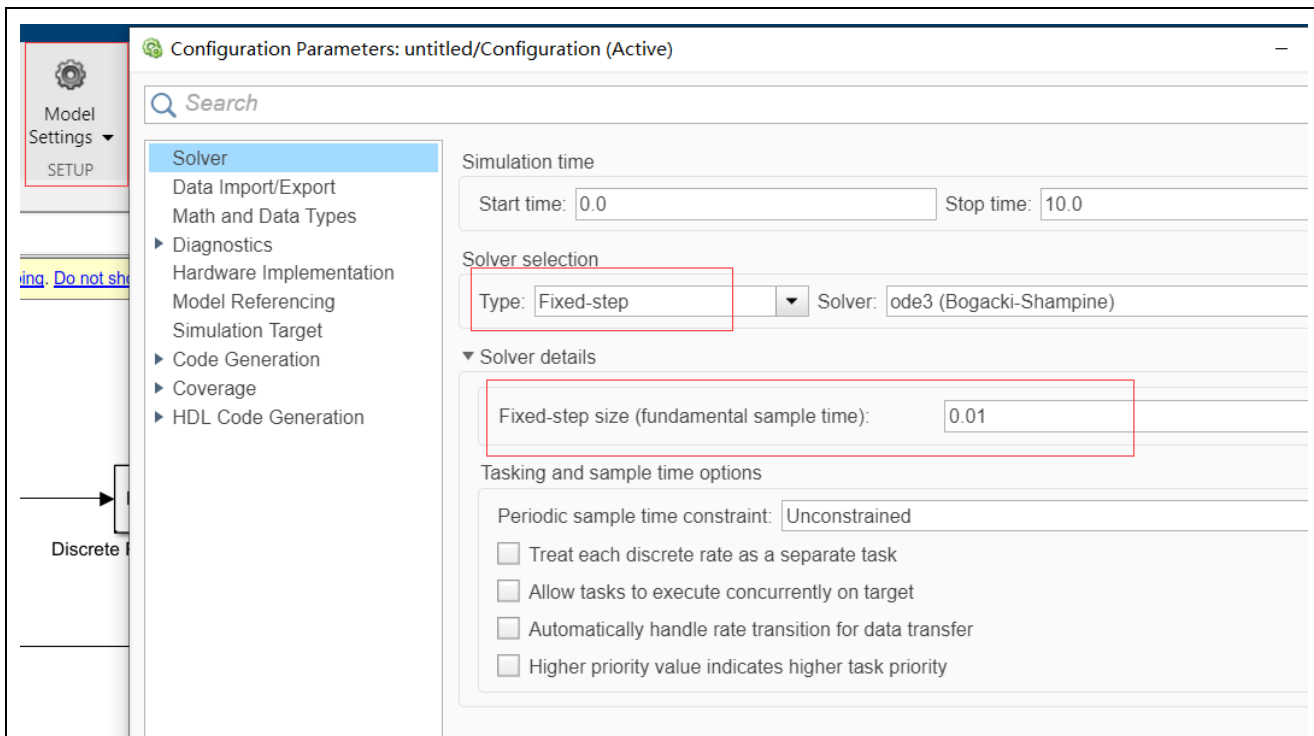
4.拖入两个并连成如下图所示



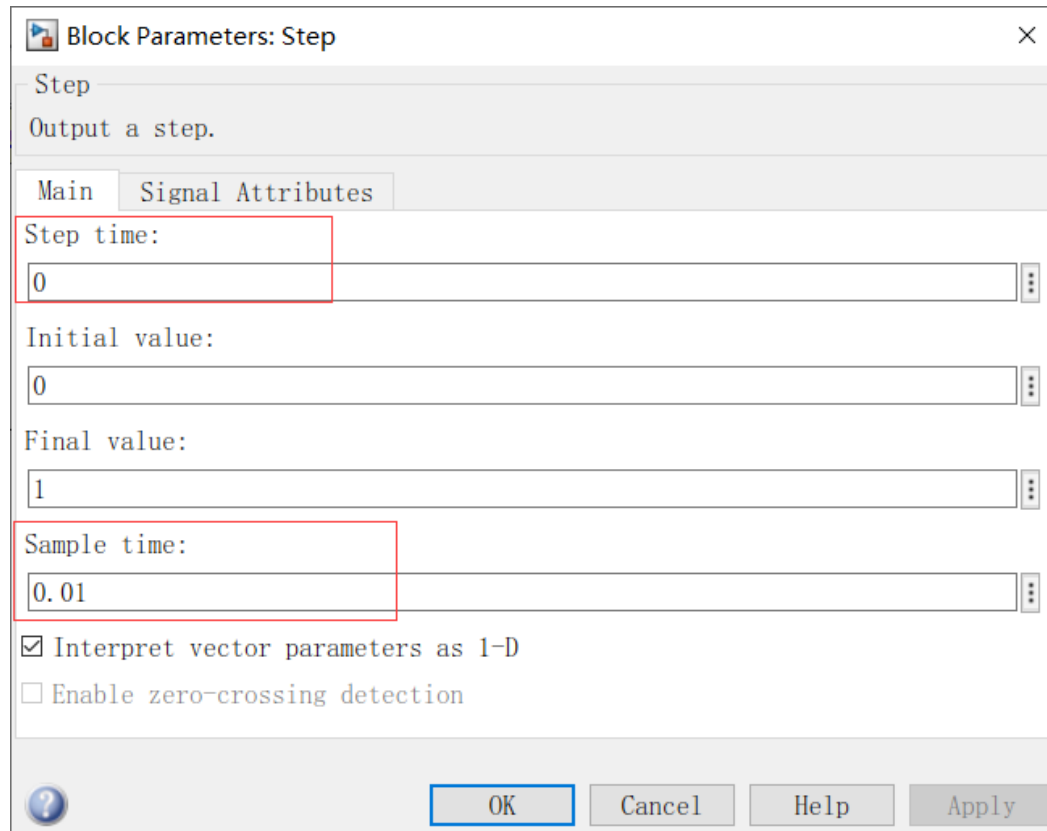
5.双击连接在输入端的模块，将变量名改为 in，将数据保存格式改为 Array，同理，双击连接在输出端的模块，变量名改为 out，数据保存格式改为 Array。



6.在仿真工作区菜单栏找到“黑色齿轮”并点击，出现下图所示的对话框，将 Type 改为固定步长，步长大小设置为 0.01.



7.分别点开阶跃输入将 step time 改为 0，采样时间改为 0.01；点开 PID 控制器、传递函数块、以及两个 to workspace 块，将采样时间都改为 0.01



PID 1dof (mask) (link)

This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the 'Tune...' button (requires Simulink Control Design).

Controller: PID
 Form: Parallel

Time domain:

☐ Continuous-time
 ☒ Discrete-time

Discrete-time settings

☐ PID Controller is inside a conditionally executed subsystem

Sample time (-1 for inherited): 0.01

Integrator and Filter methods:

Compensator formula

$$P + I \cdot T_s \frac{1}{z-1} + D \frac{N}{1 + N \cdot T_s \frac{1}{z-1}}$$

Main
 Initialization
 Output Saturation
 Data Types
 State Attributes

Controller parameters

Source:

Discrete Transfer Fcn

Implement a z-transform transfer function. Specify the numerator and denominator coefficients in descending powers of z. The order of the denominator must be greater than or equal to the order of the numerator.

Main
 Data Types
 State Attributes

Data

	Source	Value
Numerator:	Dialog	[0.1216 0.1118]
Denominator:	Dialog	[1 -1.736 0.7788]
Initial states:	Dialog	0

External reset: None

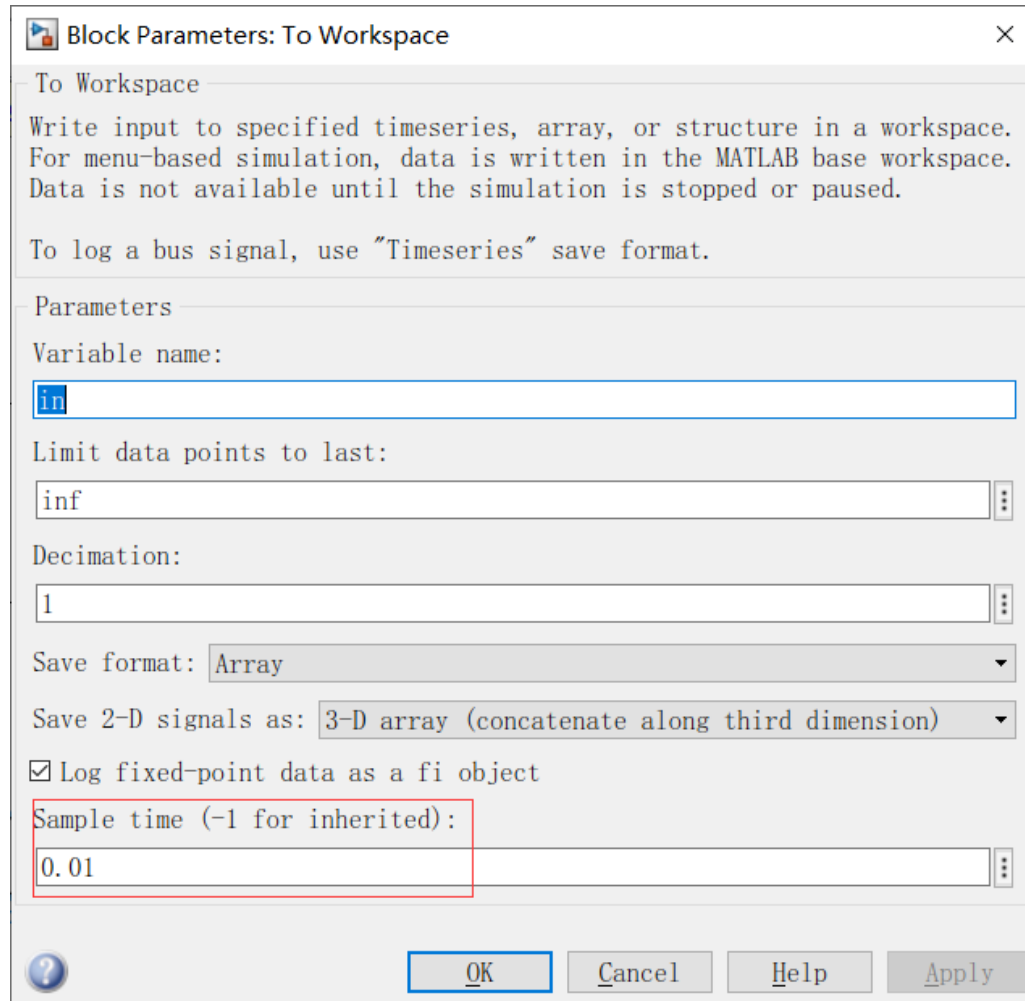
Input processing: Elements as channels (sample based)

☐ Optimize by skipping divide by leading denominator coefficient (a0)

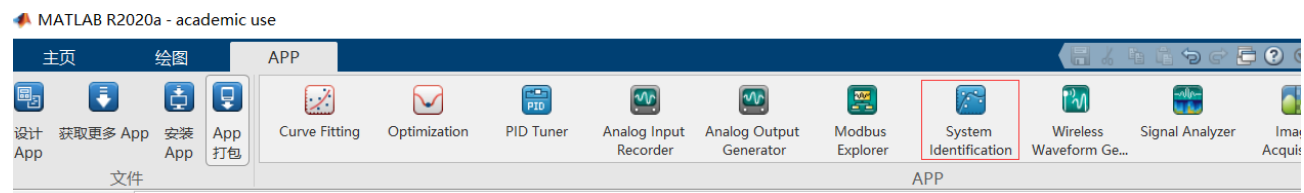
Sample time (-1 for inherited):

0.01

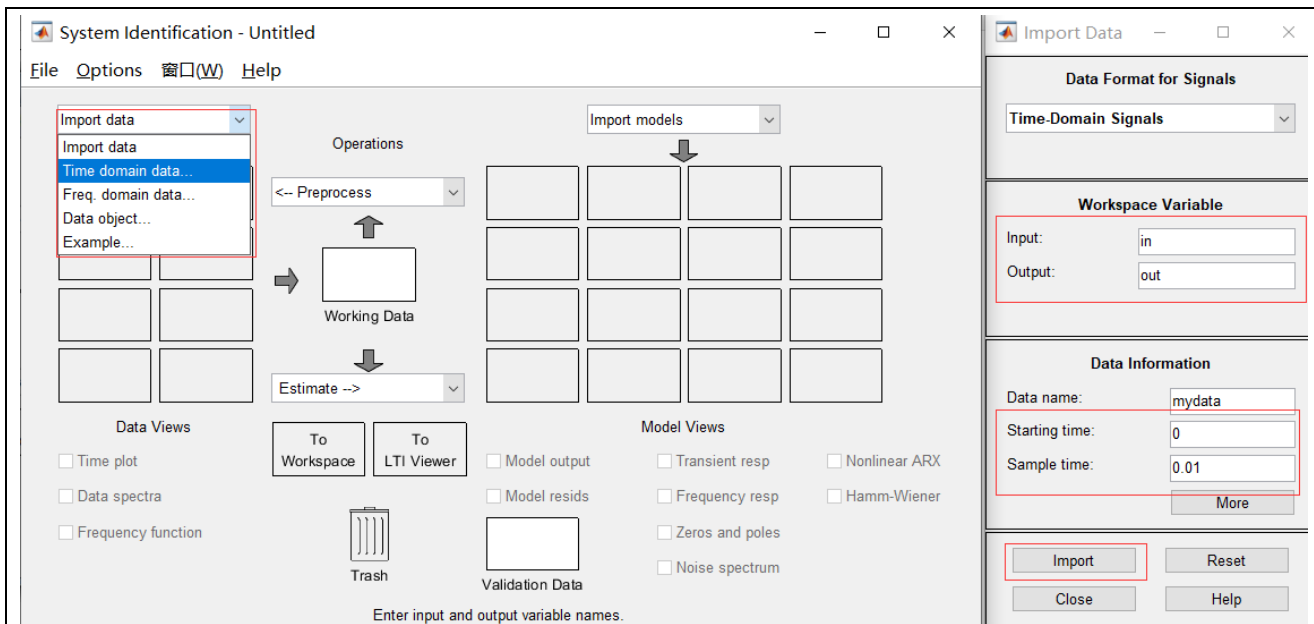
?
 OK
 Cancel
 Help
 Apply



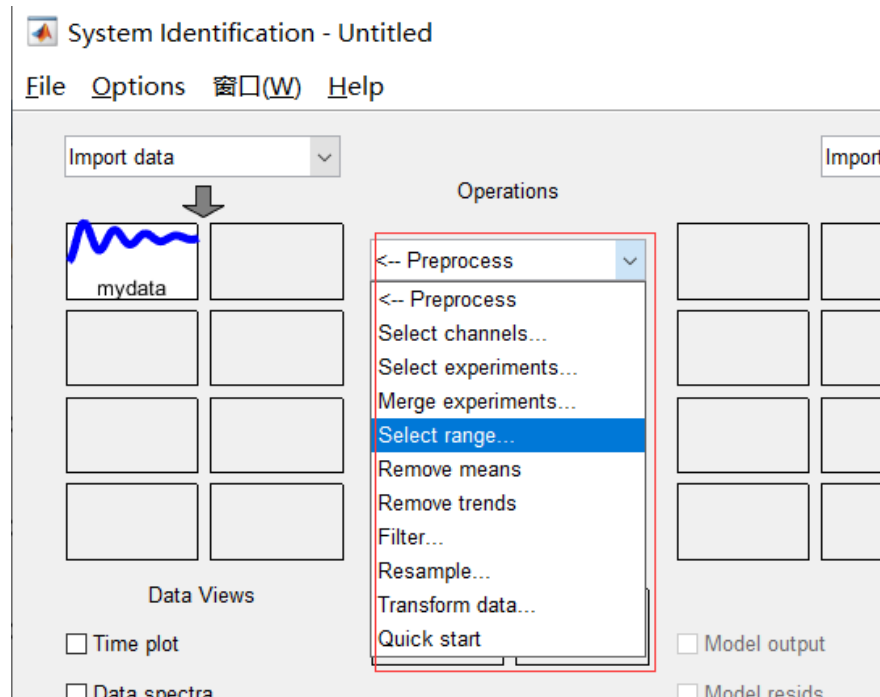
8.点击运行，然后在 matlab 主页面应用程序中找到系统辨识按钮并点击。



9.出现了下图所示的系统辨识工具对话框，点击输入数据，下拉选项选择第二项 time domain data 出现输入数据对话框，分别设置 input、output、starting time、sampling interval 值设置为如下图所示，然后点击 import。



10. 点击预处理选项，选择 select range



11. 出现选择范围对话框，将时间间隔设置为 0 5（中间有个空格），点击 insert，于是就得到了左方图形，同理在点击一次 select range，将时间间隔改为 5 10，点击 insert 又得一个图形。

System Identification - Untitled

File Options 窗口(W) Help

Import data

mydata mydatae

Operations

<-- Preprocess

Working Data

mydata

Estimate -->

To Workspace To LTI Viewer

Data Views

☐ Time plot

☐ Data spectra

☐ Frequency function

Select Range: u1->y1

File Options Style Channel Help

Input and output signals

y1

Time

Time span: 0 5

Samples: 1 501

Data name: mydatav

Insert

Revert

Close

System Identification - Untitled

File Options 窗口(W) Help

Import data

mydata mydatae

Operations

<-- Preprocess

Working Data

mydata

Estimate -->

To Workspace To LTI Viewer

Data Views

☐ Time plot

☐ Data spectra

Select Range: u1->y1

File Options Style Channel Help

Input and output signals

y1

Time

Time span: 5 10

Samples: 501 1001

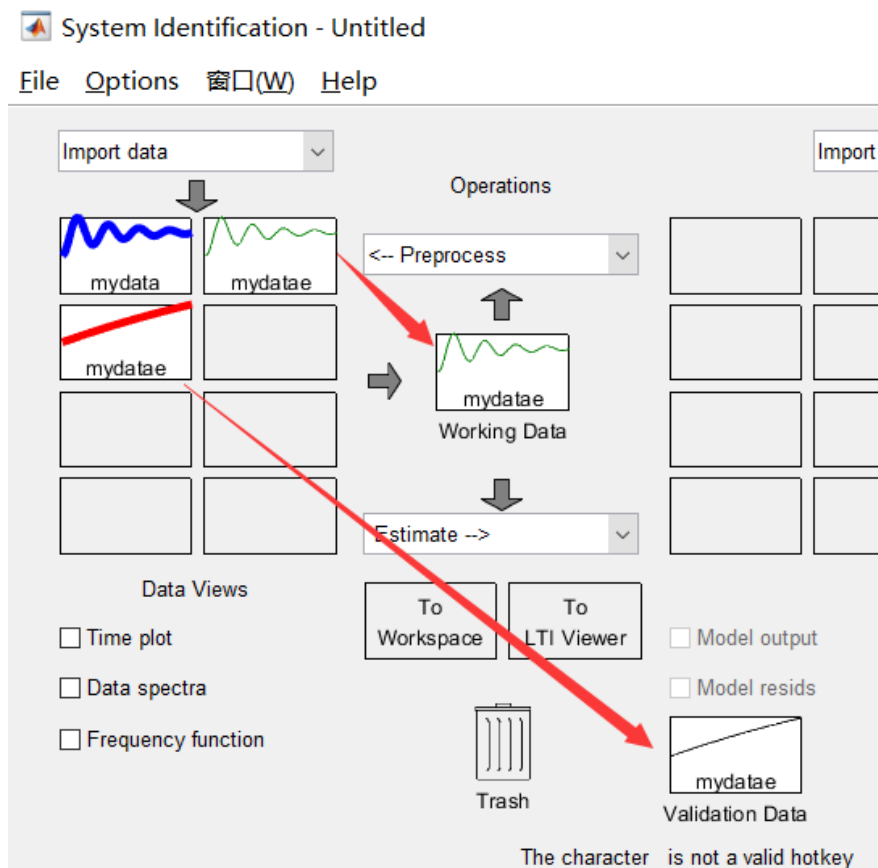
Data name: mydatav

Insert

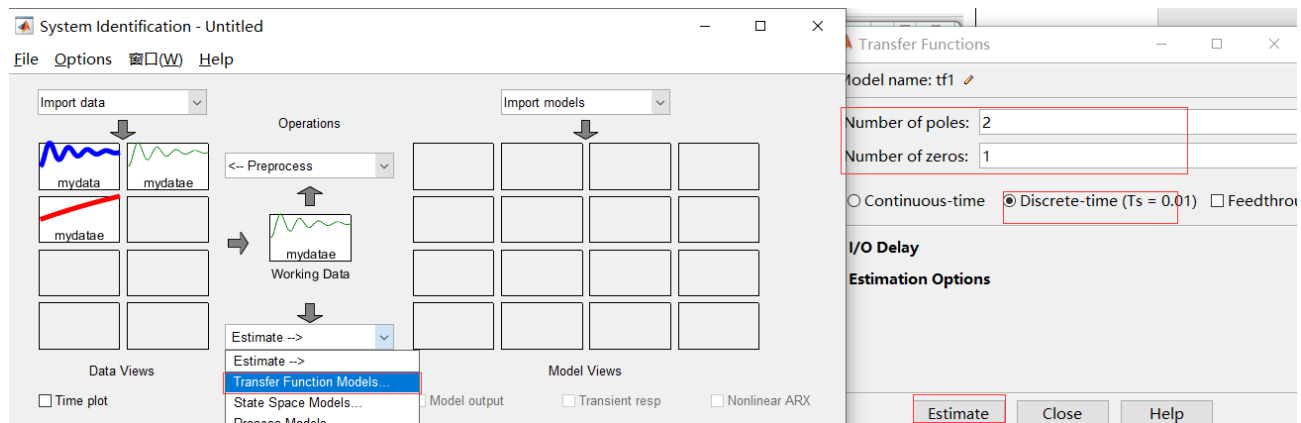
Revert

Close

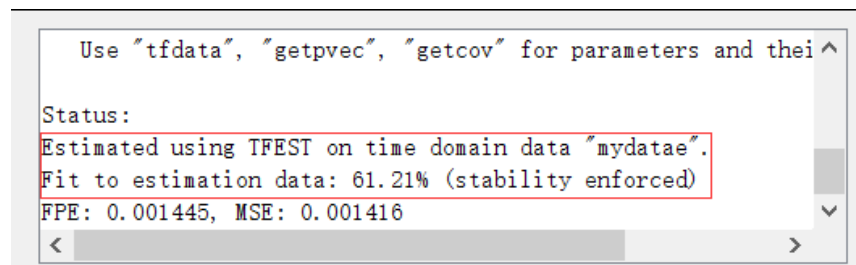
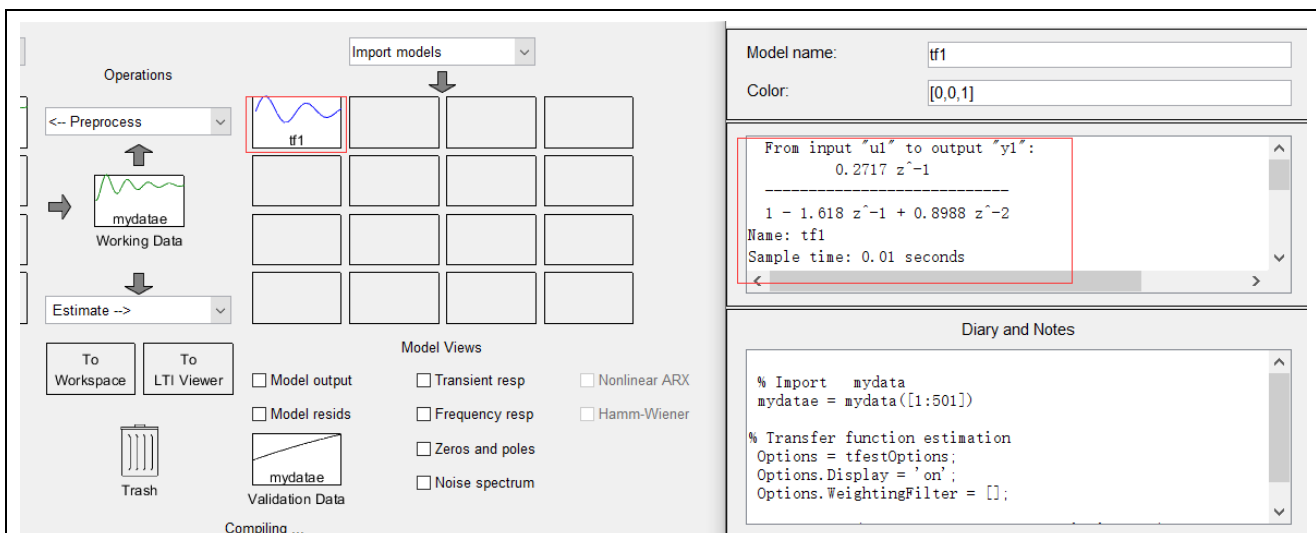
12.将 mydatae 拖入到 working data、mydatav 拖入到 validation data



13. 点击估算传递函数选项，选择第二项传递函数模型，将极点设置为 2，零点设置为 1，函数类型设置为 discrete-time，然后点击 estimate。

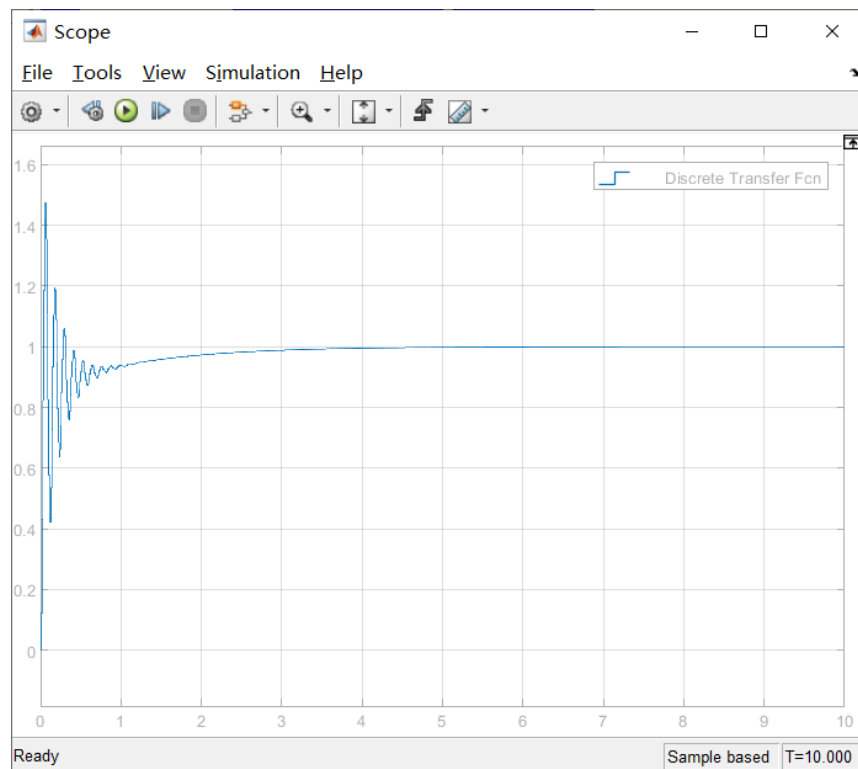


14. 可以得到下图左端数据图像，双击 tf1 得到右端辨识出的传递函数和数据拟合率。

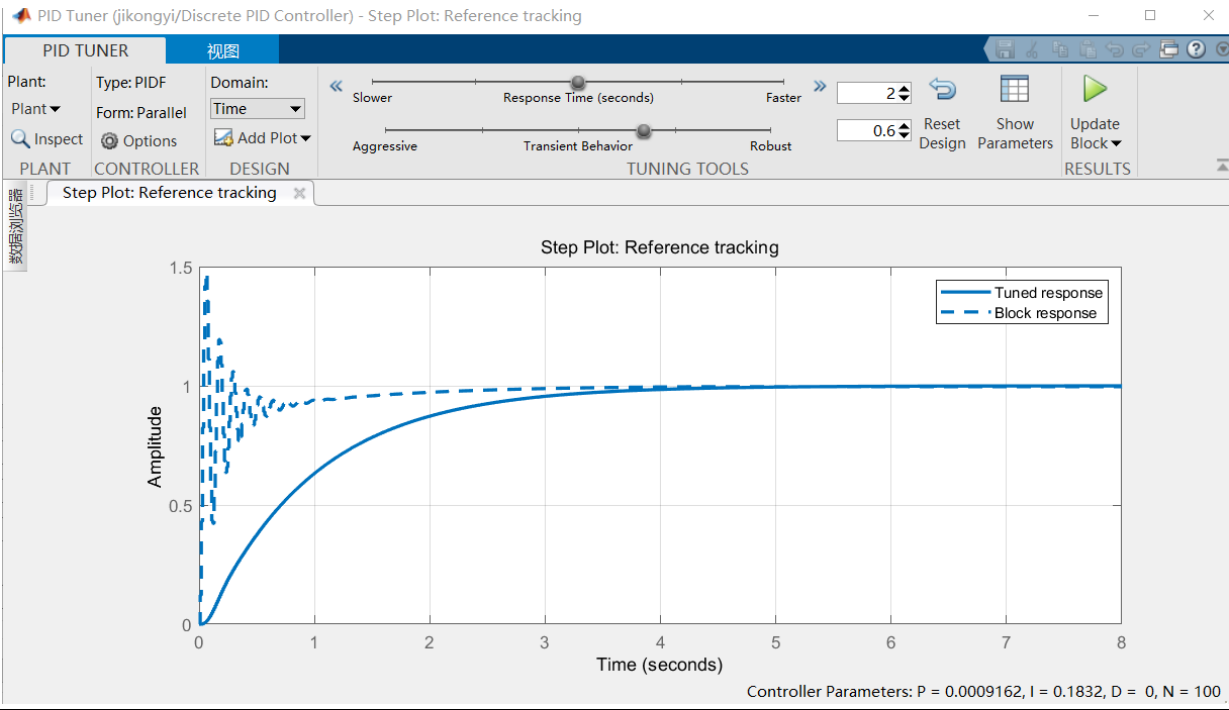
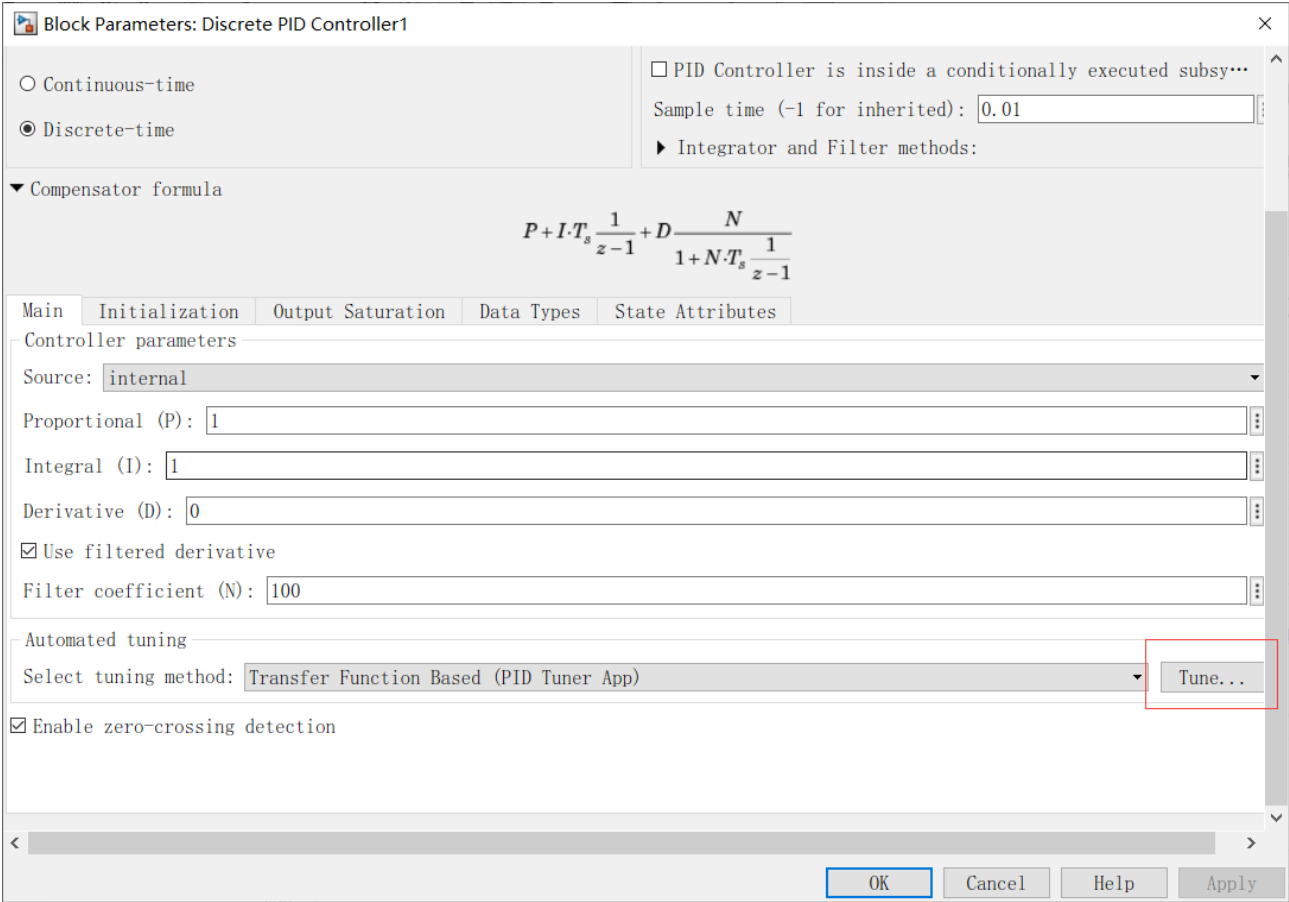


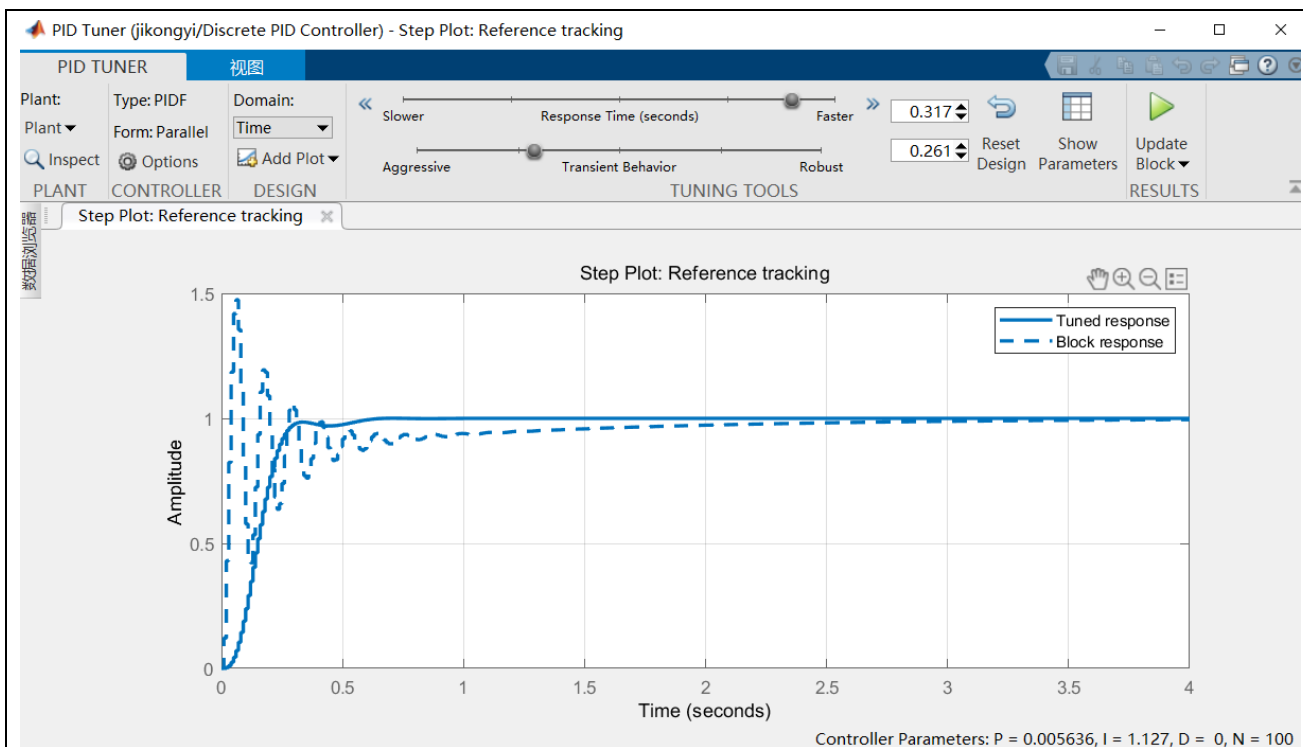
二、自动整定 PID 参数。

1. 自动整定前运行系统，得到系统输出曲线图如下。

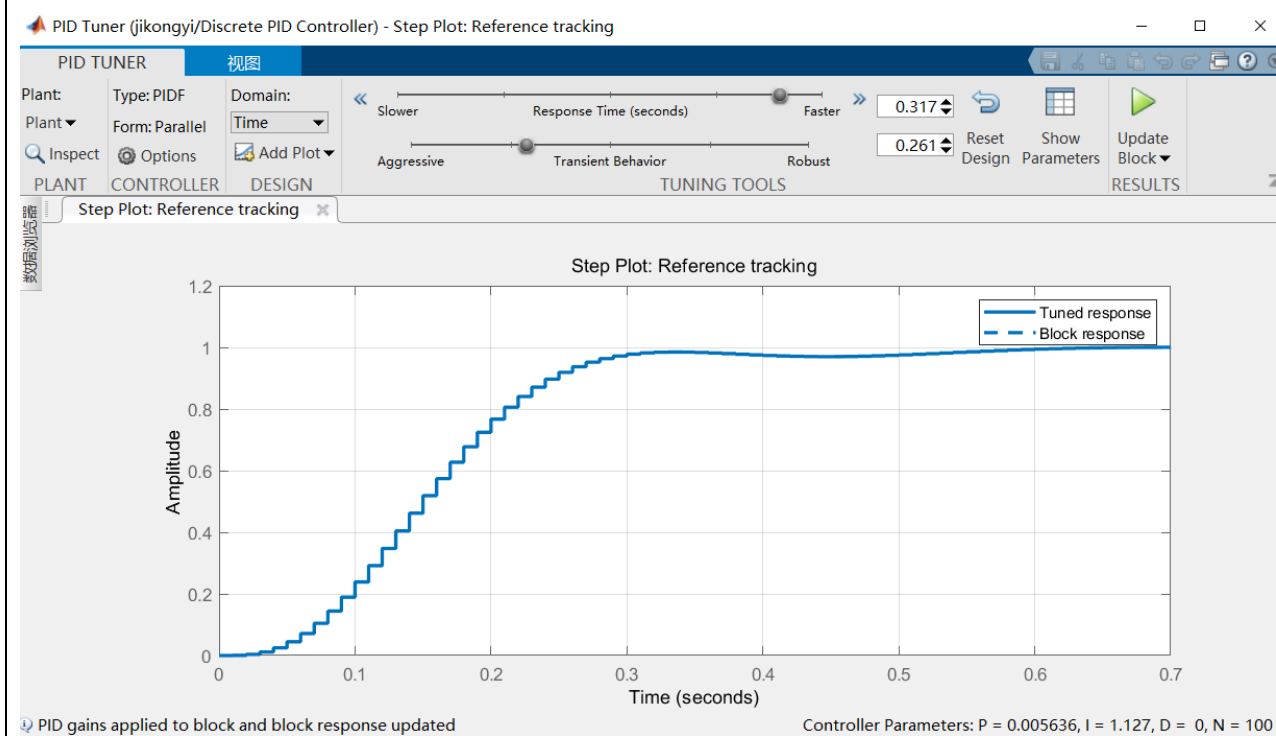


2. 双击 PID 控制器，点击 tune 按钮。可以在时域及频域下调节系统响应时间，带宽等参数，使得系统的调节时间、超调量、稳态误差满足我们的需要。

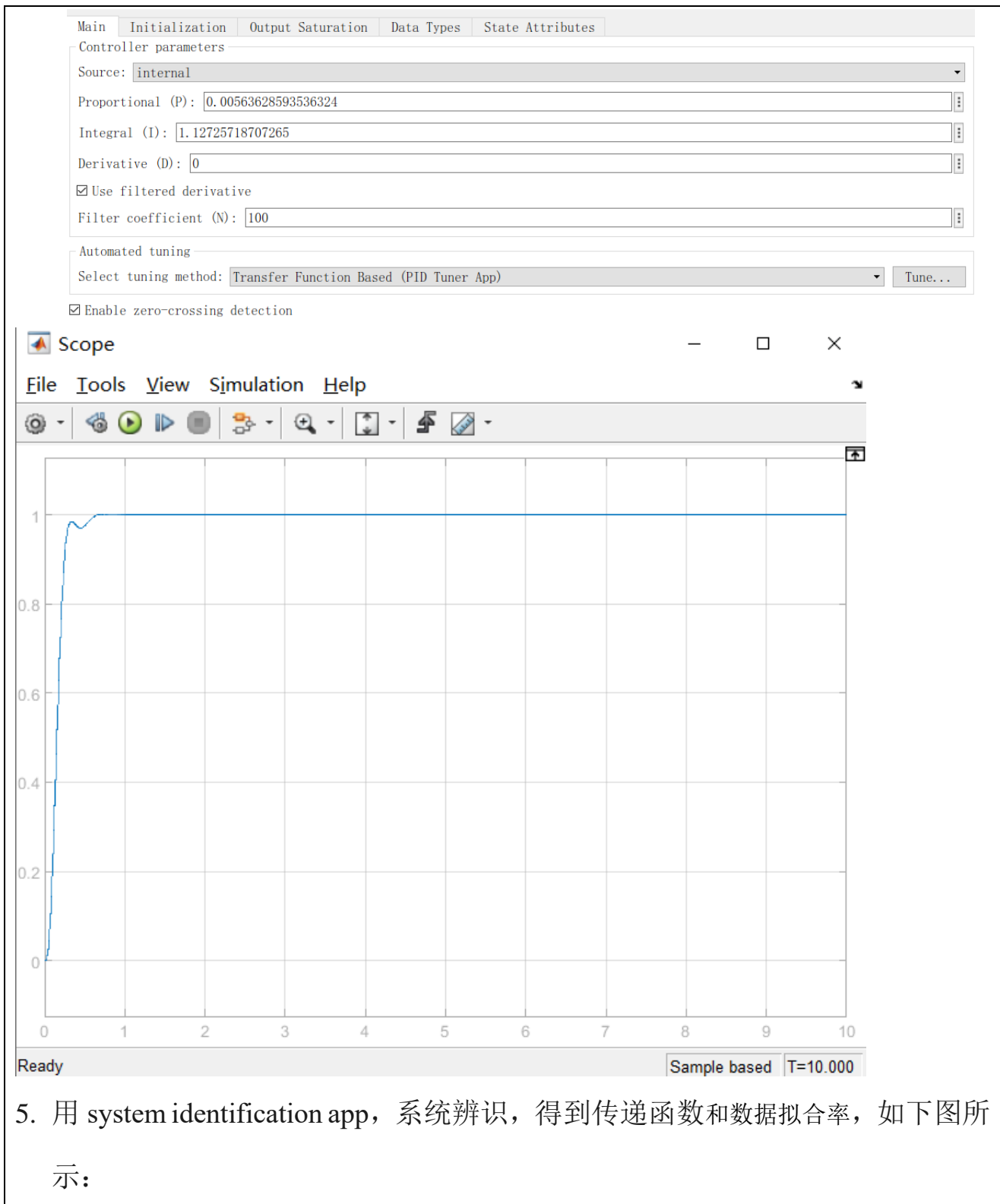




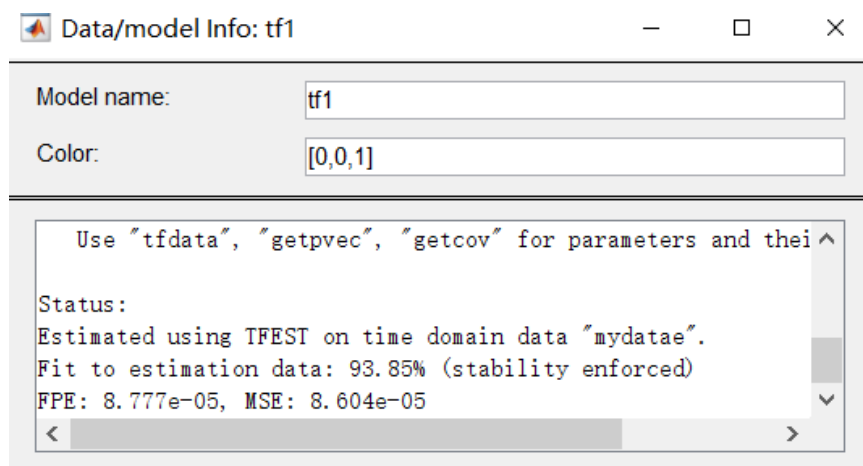
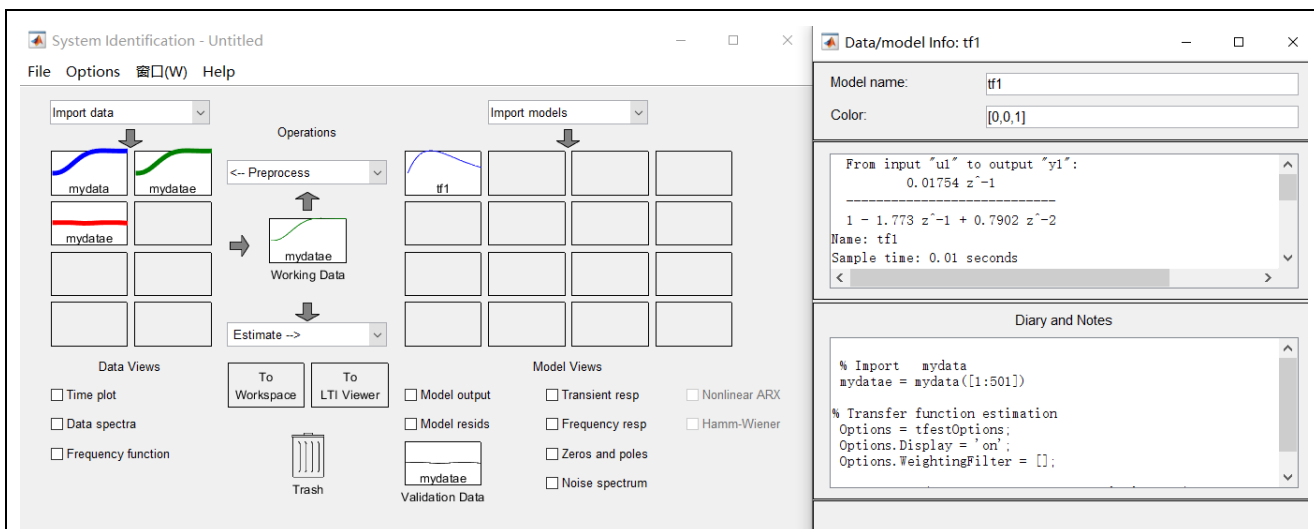
3. 调节完成后，点击 update，将 PID 参数更新至 PID 控制器中



4. 自动整定后的 PID 参数及系统输出曲线。



5. 用 system identification app，系统辨识，得到传递函数和数据拟合率，如下图所示：



由图可得。经过将自动整定后的 PID 参数更新至 PID 控制器后，数据的拟合率大大提升，实现了不错的控制效果

过程分析与思考（遇到的困难和解决办法）：

在这个实验中，比较苦难的地方是实验报告的编写。想不到有什么好写的。

研究结论（系统辨识和自动调参）：

第一次辨识出传递函数的数据拟合率只有 61.21%，但加入了 PID 控制器之后，第二次辨识出传递函数的数据拟合率达到了 93.85%，实现了更好的控制效果。在这个过程中利用的 PID 参数自动整定，节省了“试凑 PID”的时间，达到经验调参不能做到的效果，提升了控制效果。当超调量过大时，可以适当降低 K_p 和 K_d 的值。当感到调节速度过慢时，可以适当增大 K_p 和 K_i 。

心得体会（与实验一比较，优缺点）：

实验一教会了我使用 PID tune 对 PID 控制器进行调整，确实很方便啊。的话则可以实时的观看你所得到的输出波形，不需要去调节 PID 的参数，只需要根据所要求的波形进行调整即可。

指导教师批阅意见：	
成绩评定：	

成绩评定：

指导教师签字：

年 月 日

指导教师签字：
年 月 日

年 月 日

备注:

注：1、报告内的项目或内容设置，可根据实际情况加以调整和补充。

2、教师批改学生实验报告时间应在学生提交实验报告时间后 10 日内。