

实验十二 风扇系统数学模型的辨识（综合性实验）

一、实验目的

- 1、了解系统辨识过程中的实验设置，数据采集的方法。
- 2、了解使用 Matlab 工具，进行数据分析，辨识被控对象数学模型的方法。

二、实验内容

- 1、了解风扇控制系统的原理、结构
- 2、了解使用 NCSLab 平台进行远程数据采集实验的方法
- 3、了解使用 NCSLab 平台进行远程数据采集的方法
- 4、了解使用 Matlab 的系统辨识工具箱，使用采集的数据，进行风扇控制系统数学模型辨识的方法。

三、实验原理

1、直流电机速度控制系统原理

直流电机速度控制系统实体设备放置在武汉大学电力生产过程虚拟仿真教学中心的实验室中，设备如图 1 所示。该实验设备已接入 NCSLab 网络化远程控制平台，全天 24 小时运行，允许学生通过 Internet 远程访问。



图 1 直流电机速度控制系统

直流电机电枢电路原理和齿轮传动机构如图 2 所示。通过控制器在电机驱动装置上施加电压，并通过驱动装置转化成 PWM 波，以驱动电机转动。通过编码器测量电机转子的转动频率，即可得到直流电机的转速。控制器使用反馈控制算法，通过获取直流电机速度控制系统的转速设定值和实时转速，不断调节控制信号，将直流电机的实时转速调节至设定值。



图 2 直流电机系统原理

2、直流电机速度控制系统数学模型辨识的 Simulink 框图

选择合适输入信号，施加到风扇控制系统上，建立系统辨识的框图，如图 3 所示。

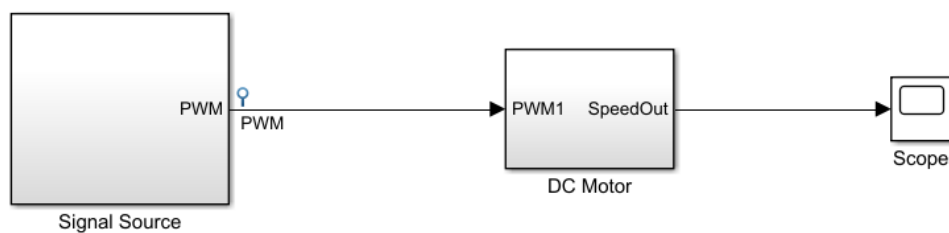


图 3 直流电机速度控制系统开环控制的系统辨识框图

其中信号机理模块 **Signal** 的结构如图所示，它可以生成频率均匀变化的方波，幅值在 0.1 到 0.9 之间，如图 4 所示。

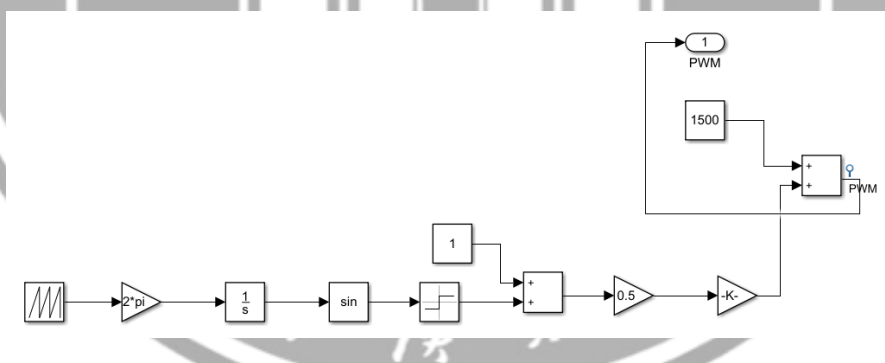


图 4 直流电机速度控制系统开环控制的系统辨识框图

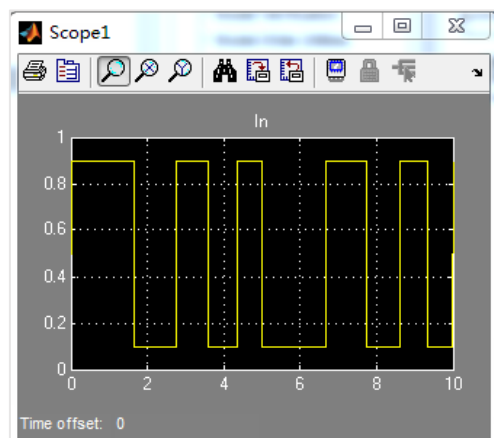


图 5 激励信号的波形

3、直流电机系统数学模型辨识的实验和数据采集

使用 Matlab 的 RTW 工具箱，生成可执行的程序，通过 NCSLab 网站下载到远程的实验平台上进行实验。通过网站远程采集风扇系统的输入量和输出量，将实验数据保存在文件中。

4、风扇系统数学模型辨识的辨识

使用 Matlab 的系统辨识工具箱，见实验数据导入到工作区中，一部分数据作为辨识量，另一部分作为验证量。辨识出系统的数学模型。

四 实验步骤

- 1、安装 Matlab 2017b 仿真软件。
- 2、进入 Simulink 软件，打开 ncs_serial_identification.mdl 文件，使用 RTW 工具，生成可执行程序。
- 3、使用自己的账号登陆 NCSLab，将算法文件上传到服务器上。
- 4、获得系统控制权，将上传算法下载到远程的直流电机控制系统中去。
- 5、建立组态，如图 6 所示。



图 6 系统辨识的组态界面

其中，趋势图的关联关系为：



图 7 系统辨识组态趋势图参数关联关系

6、 点击运行按钮，开始远程实验，如图 8 所示。

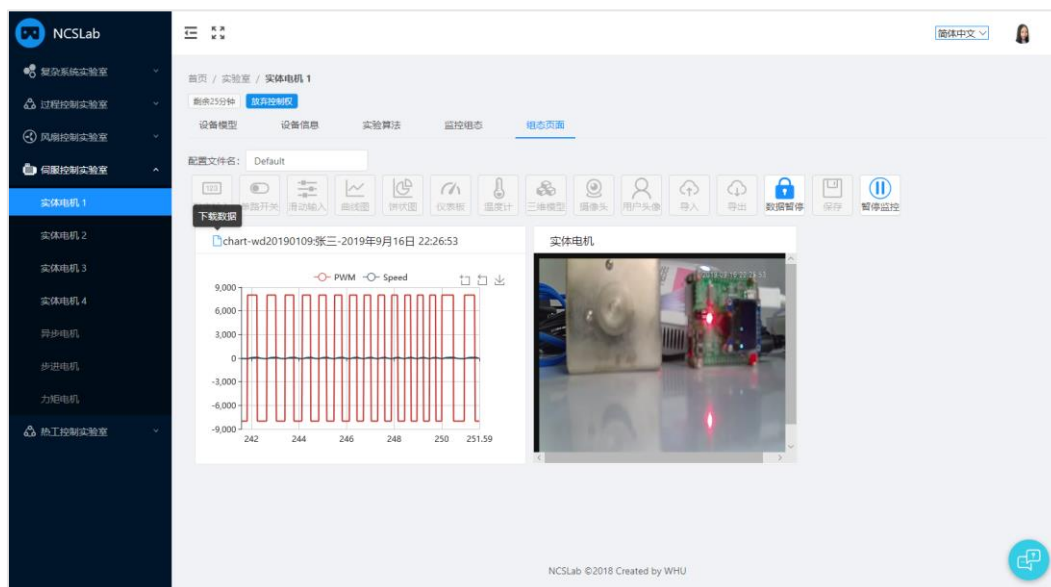


图 8 数据采集实验界面

7、 点击抓取数据按钮（如图 9 所示），将实时数据保存，并用记事本打开，如图 10 所示。



图 9 抓取实验数据

8、 抓取两组数据，导入到 Matlab 中，这两组数据的输入序列分别命名 u1 和 u2，输出序列分别命名 y1 和 y2。

- (1) 打开 matlab，将所抓取两组数据的 txt 文件放在同一文件夹中，并用 matlab 打开该文件夹。
- (2) 双击打开 txt 文件，删除第一行的参数列表并保存，如图 10 所示。

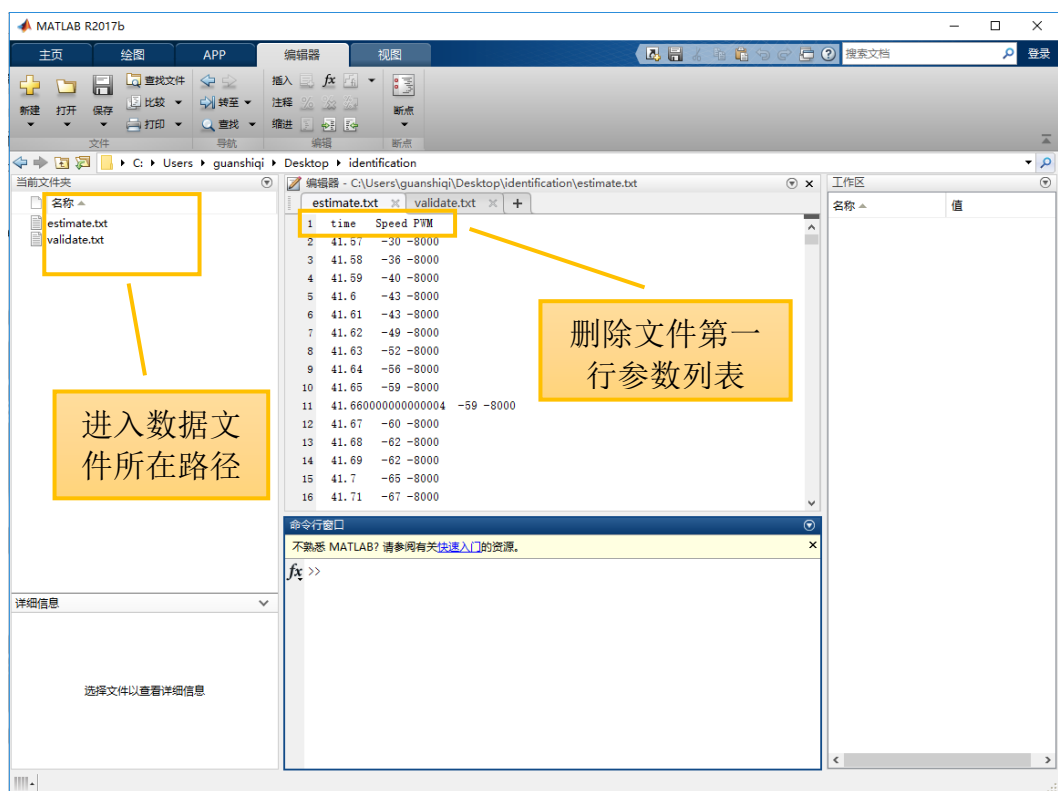


图 10 获取的实验数据

- (3) 在命令行窗口中输入 `load('estimate.txt')` 导入数据，同理导入另外一组数据 `validate.txt`。
- (4) 分别将各组数据的输入序列和输出序列命名。本例将 `estimate.txt` 中的输入序列命名为 `u1`，输出序列为 `y1`；`validate.txt` 中的输入序列命名为 `u2`，输出序列为 `y2`，如图 11 所示。

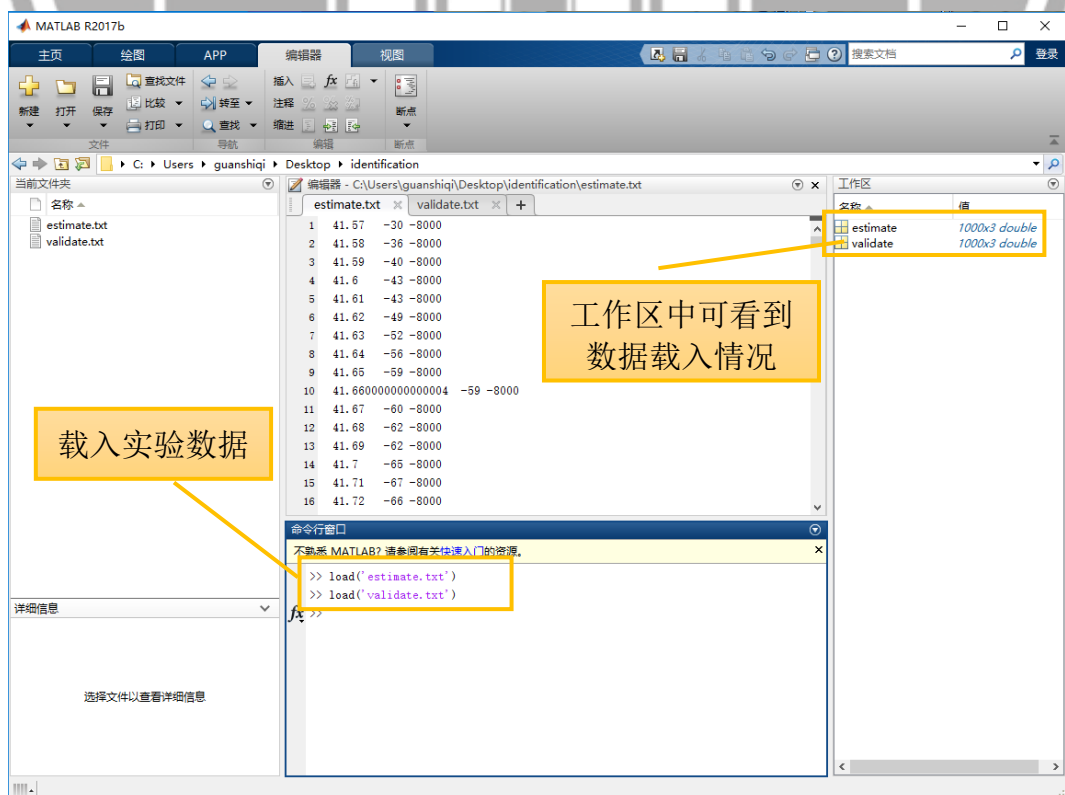


图 11 获取的实验数据

具体操作如下：

- a) 在命令行窗口中输入 `u1=estimate(:,3)`
- b) 在命令行窗口中输入 `y1=estimate(:,2)`
- c) 在命令行窗口中输入 `u2=validate(:,3)`
- d) 在命令行窗口中输入 `y2=validate(:,2)`

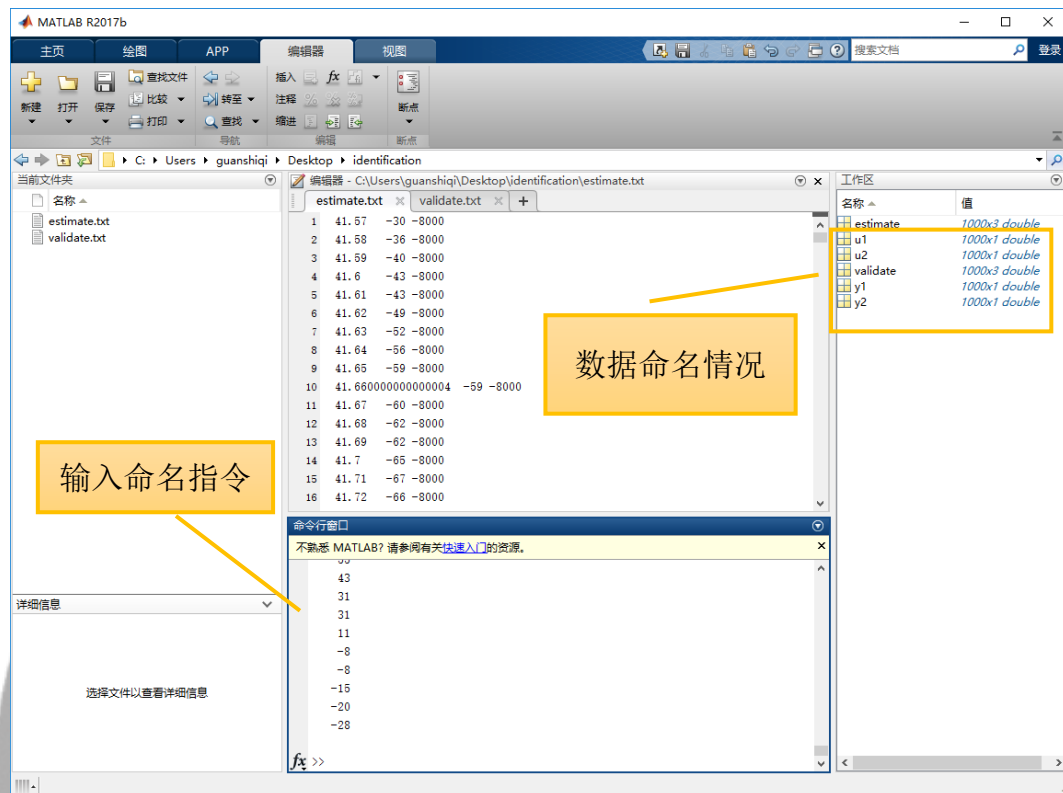


图 12 数据命名

9、 打开系统辨识工具箱，将两组数据导入，其中一组取名 `estimate`，用于辨识，另一组取名 `validate`，用于验证。分别导入系统辨识工具箱的 GUI 界面中。在命令行窗口中键入 `ident` 打开系统辨识工具箱，点击左上角的选择框，选择 `Time domain data`，在弹出的窗口中输入导入数据的参数，如图 13-15 所示。

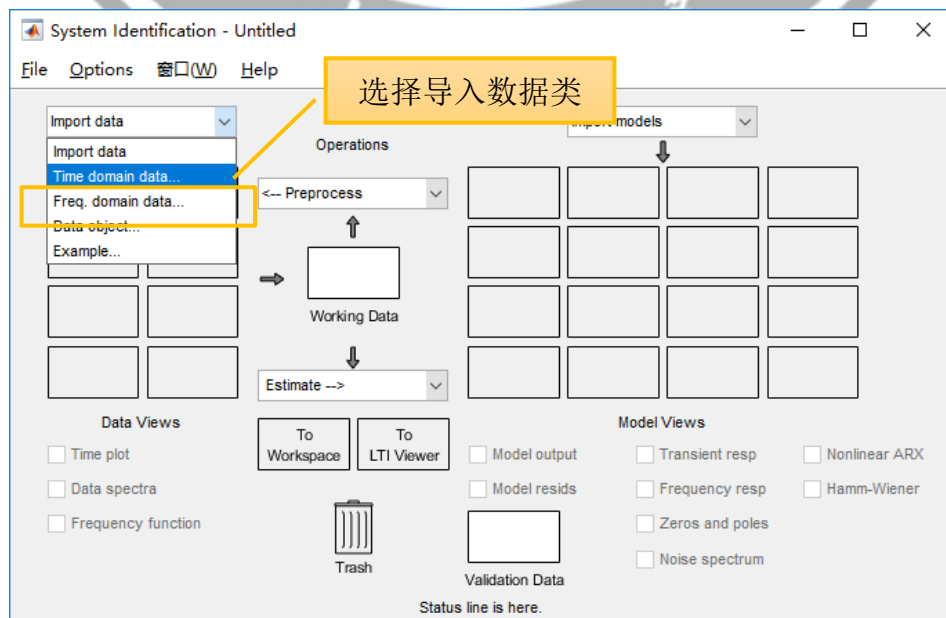


图 13 选择数据导入类型

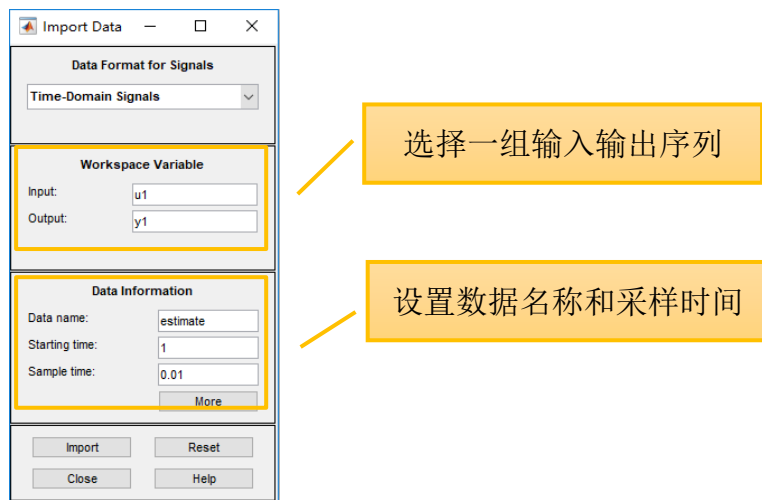


图 14 选择导入的数据参数

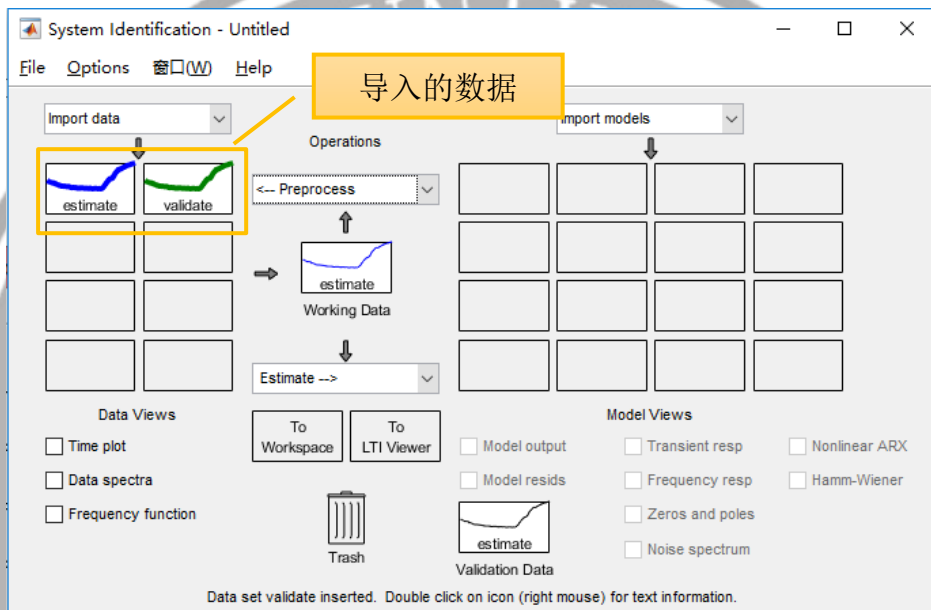


图 15 将两组数据导入系统辨识工具箱

10、进行系统辨识，Operations 选择辨识模型，如图 16 所示，获得几组候选模型，如图 17 所示。

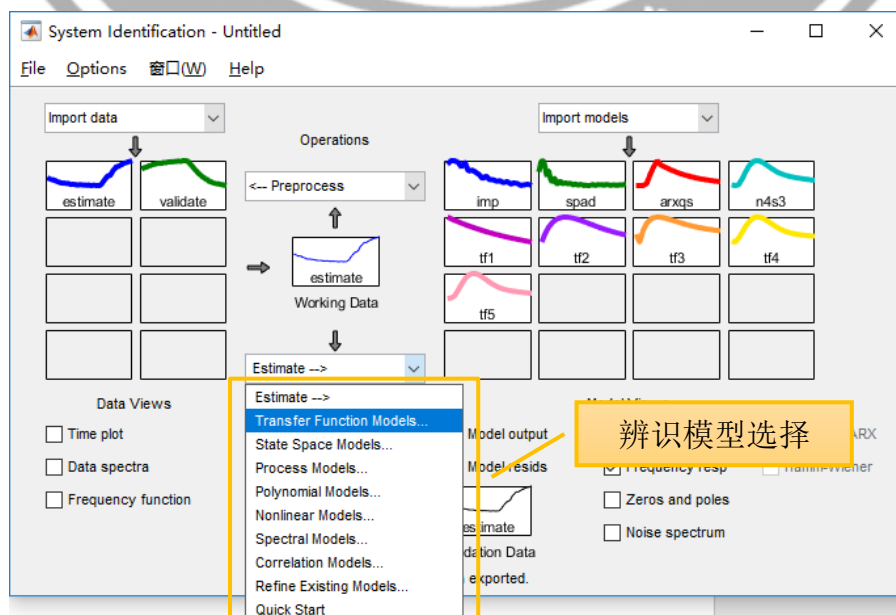


图 16 选择辨识方式

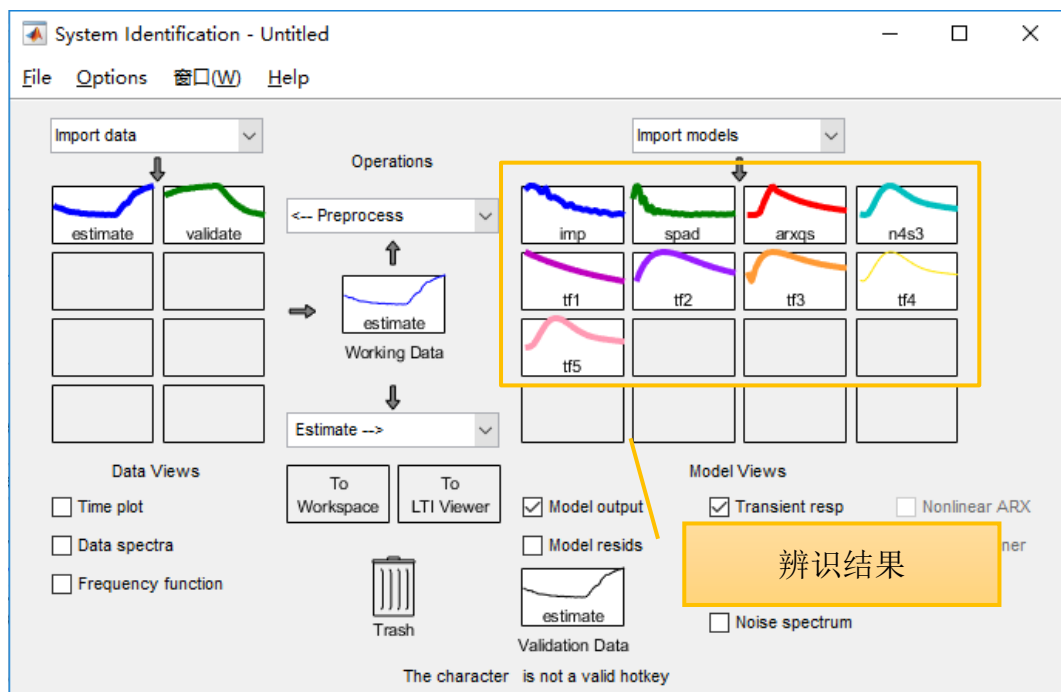


图 17 辨识结果

11、根据 Model Output 选择一个最佳的数学模型, 如图 18 所示。

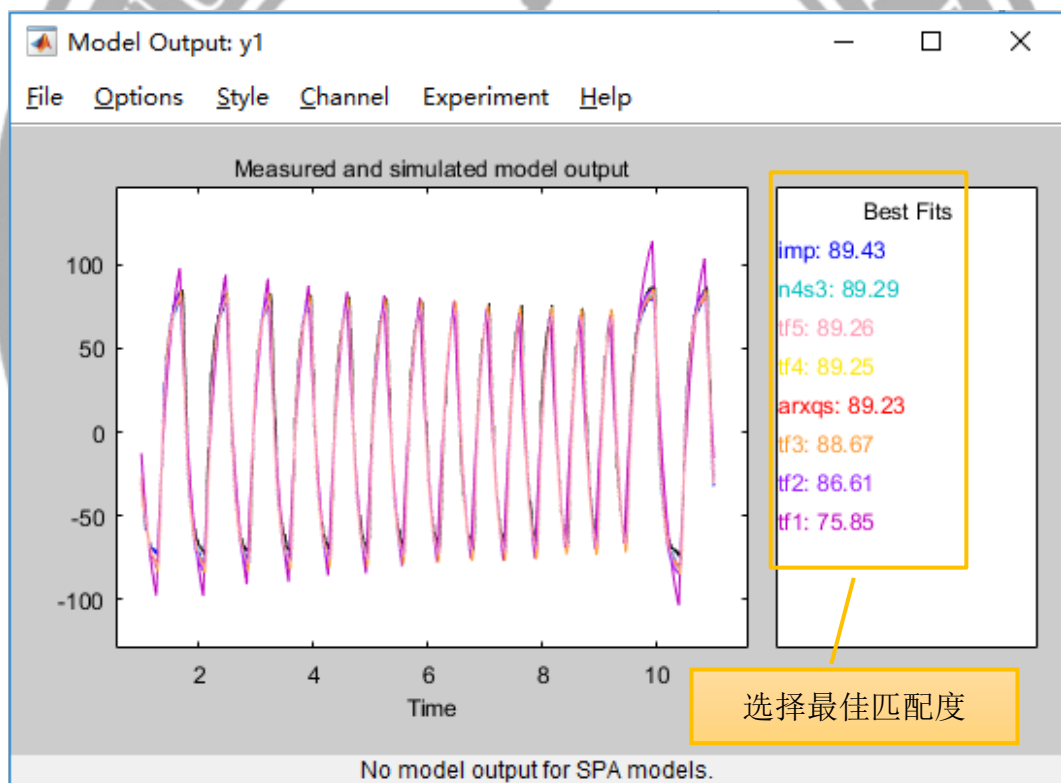


图 18 选择匹配度最佳的数学模型

12、将最佳的数学模型导出到 Matlab 的工作区中, 如图 19 所示, 得到表达式, 附在实验报告中。

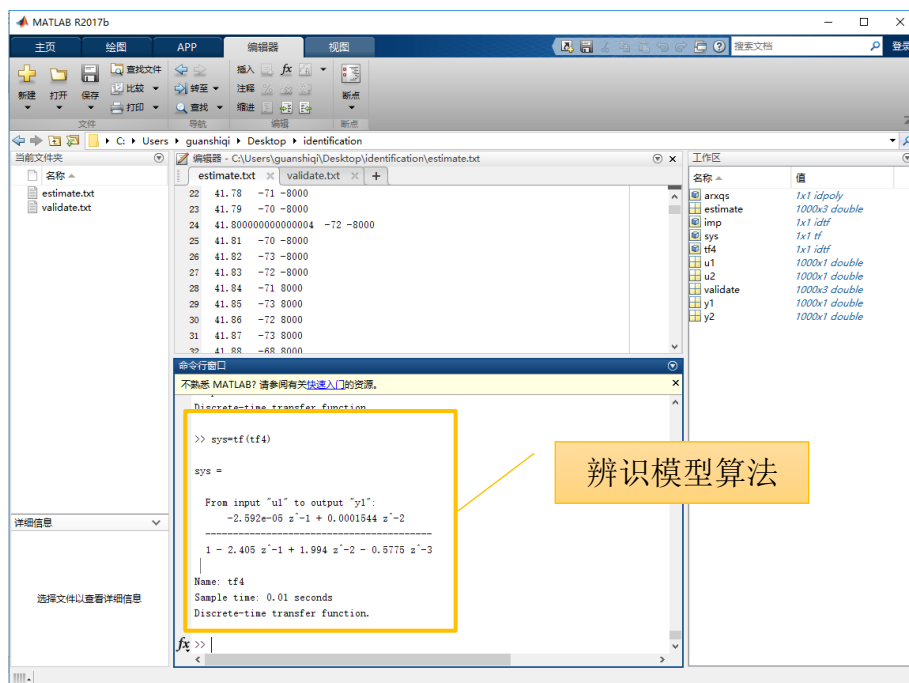


图 19 导出辨识模型数学模型

五 思考题

- (1) 什么是振幅因数？为什么在进行系统辨识实验中，我们要选取振幅因数较大的输入信号序列？
- (2) 是否能够优化系统辨识的实验设置，如采用不同的输入数据序列，获得更加准确的数学模型？（有附加分数 10 分）。

六 实验报告

- (1) 需要将实验过程中的每一个关键步骤抓图粘贴到实验报告上。
- (2) 实验报告中要回答思考题提出的问题。