利用相关分析法辨识单容水箱模型

# 实验目的

通过单容水箱的建模和系统辨识，掌握相关分析法的原理和应用以及系统辨识的具体步骤。

# 实验步骤

## 单容水箱系统描述



简单的单容水箱模型如上图所示。首先，打开开关R1，将R2打开一定开度后保持不变，给定水泵的输入电压u，水箱从无水开始注水，液面逐渐升高，出水流量逐渐增大，一定时间后出水流量和水箱液位h达到稳态。此时，在上述工作点电压上附加小的增量，水泵输出的入水流量随之改变（简单起见，假设与u呈线性关系），从而导致液位h、出水流量的波动。假定可测的是液位h，可控的是电压u，并且建立模型的目的是为了控制液位h。

## 系统分析

1. 确定水箱系统的输入和输出，然后根据给出的单容水箱的物理量和方程，建立机理模型，并在其稳态工作点附近对模型线性化，得到输入输出增量之间的变化关系。

需要考虑的物理量和物理模型有：

水泵电压u（单位V）、水箱液面高度h（单位m）、水箱的流入量（单位m3/s）、流出量（单位m3/s）、水箱横截面积A、泄水阀门流量与压强比例系数k

物料平衡：

假设电机输入电压与流入量成正比：

出水量与液位满足：

1. 请用框图表示系统，标明其输入、输出（注意：输入、输出均应为稳态工作点基础上的增量）。并进一步用脉冲响应函数表达上述系统。

## 相关分析法辨识

请写出用相关分析法辨识上述系统时的模型类，并说明模型和系统的区别。

### 分析系统的过渡过程时间

可以对系统进行阶跃响应实验（一阶惯性系统的过渡过程时间可由时间常数T间接求得：，其中T为系统阶跃响应到达稳态值的63.2%处的时间）。

### 设计M序列

本实验中，分别将系统的采样时间设定为=25s和50s，因此需要分别确定两组M序列的参数，并相应的进行两组不同的实验。

M序列待确定的参数包括：周期，幅度，M序列的总长度，可以参考下式进行选择



由于不同水箱的水泵特性差异较大，M序列的幅度a需要在实验中合理选择，较小的a会导致输出偏小，辨识结果不准确；较大的a会导致输出偏离平衡点太远，系统呈现非线性。

### 在实验台上进行单容水箱系统辨识的数据采集

提前准备好生成M序列的.txt文件，由于M序列的阶次需要通过水箱阶跃实验测得的Ts来确定，所以最好生成不同阶次的M序列，供实验时选用。M序列输入为{-1,1}的二值变量，每个输入间以Tab分隔符分隔，比如1 -1 1 1 -1（生成一个周期的M序列即可，系统会自动循环调用）。具体实验流程见附录2。

### 根据相关分析法辨识离散化系统的脉冲响应

保存M序列施加于输入电压后单容水箱的液面高度变化曲线的结果（包括输入和输出两个文件），通过附录3中matlab程序得到离散化的系统输入输出数据，利用相关分析法辨识离散化系统的脉冲响应。

# 实验报告要求

## 给出分析系统的过渡过程时间的过程和结果

## 辨识得到离散化系统的脉冲响应

假设系统没有干扰噪声。需要给出所得到的和相应的时间时刻，并用画图plot(,)，比如给出如下的脉冲响应曲线。



说明：在离散化的系统中是可以不需要准确的时间，只需要知道当前的采样是第次采样即可。但在本实验中，给出的时刻是包含采样时间的（即），主要的目的是保证辨识得到的脉冲响应曲线也是包含时间信息的，这样便于对比在选取不同deltaT() 时辨识得到的脉冲响应。

## 模型校验

即用辨识出的模型生成预测曲线，并与真实输出曲线对比。

## 分析对比两种采样频率下的系统辨识结果，说明二者关系

## 分析M序列的周期、时间间隔、幅度，以及M序列的总长度对脉冲响应辨识的影响

**说明：所有的曲线图的横坐标需要标明时间(单位s)，这样方便与真实的脉冲响应曲线进行对比。**

# 实验提交要求

文件夹1：以学号命名

文件夹1中包含实验报告(word格式)：以“学号\_姓名”命名

文件夹1中包含文件夹2：以“程序”命名

文件夹2中包含m文件，以work1.m命名。要求work1.m必须可以直接点击运行的，work1.m需要的其他相关的文件和数据可以放到文件夹2中，详情参考WorkPresent.m。

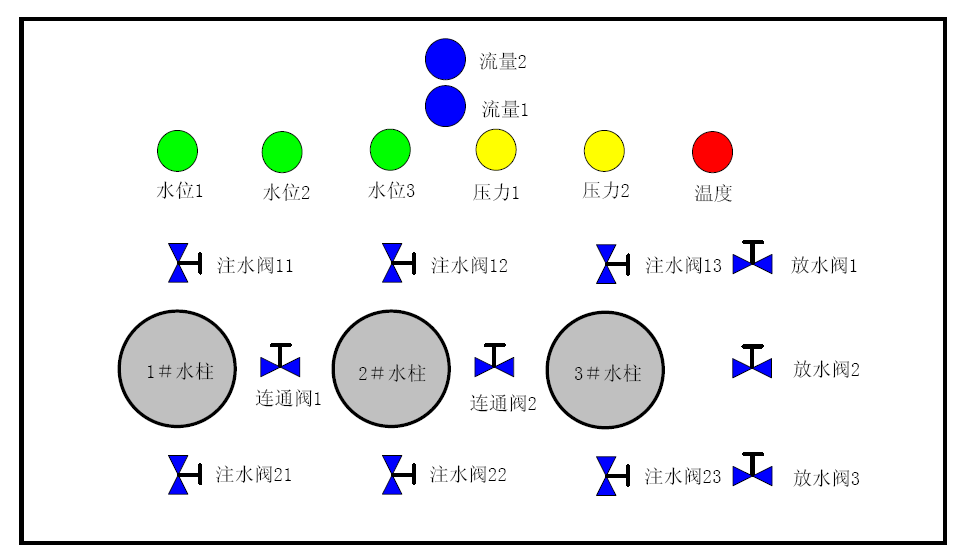
最后对文件夹1打包上传网络学堂作业中。

## 附1：实验环境

三容水箱如下图所示，本次实验只需用到第3个水箱，故需要把前两个水箱的开关关闭。

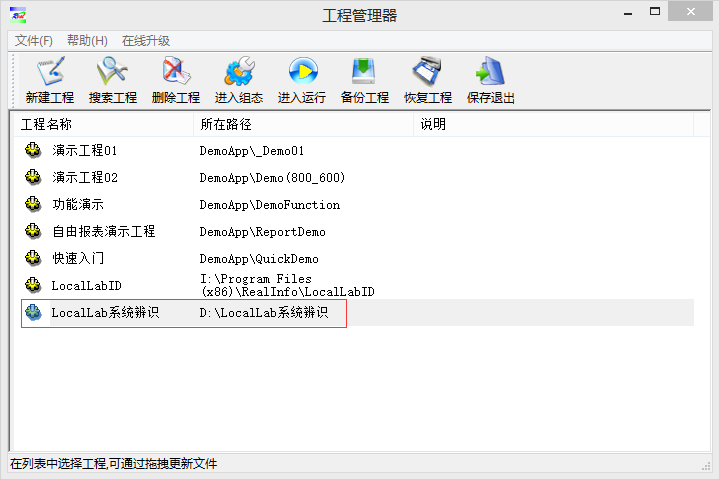


台面设置如下图所示，逆时针旋转为打开，顺时针旋转为关闭。实验时需关闭注水阀11、注水阀12、连通阀1、连通阀2、注水阀23，打开注水阀13（原理图中的R1），调节放水阀2（原理图中的R2）



## 附2：实验流程

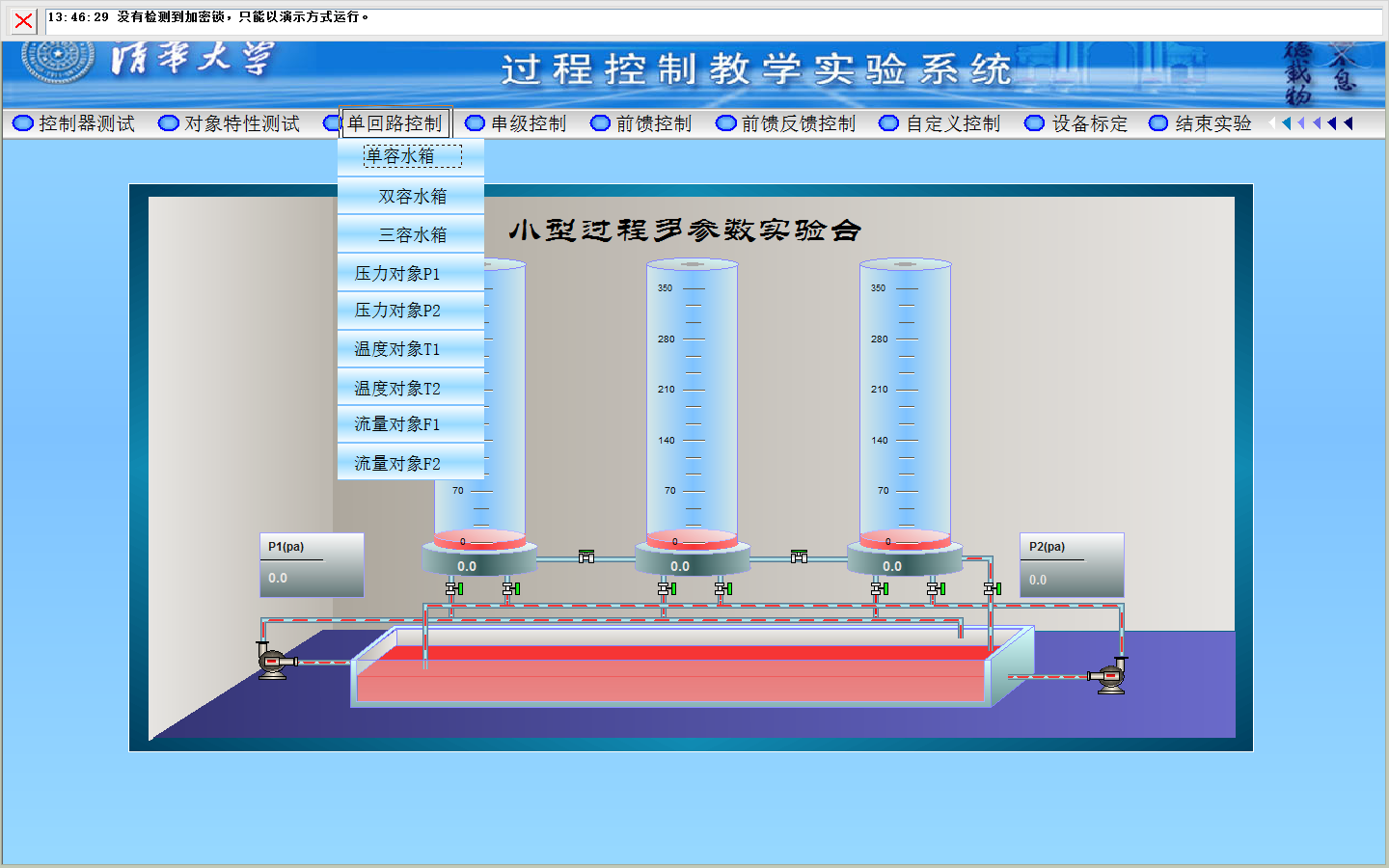
开机后，点击“开始🡪程序🡪紫光桥组态软件🡪工程管理器”，双击打开系统辨识工程



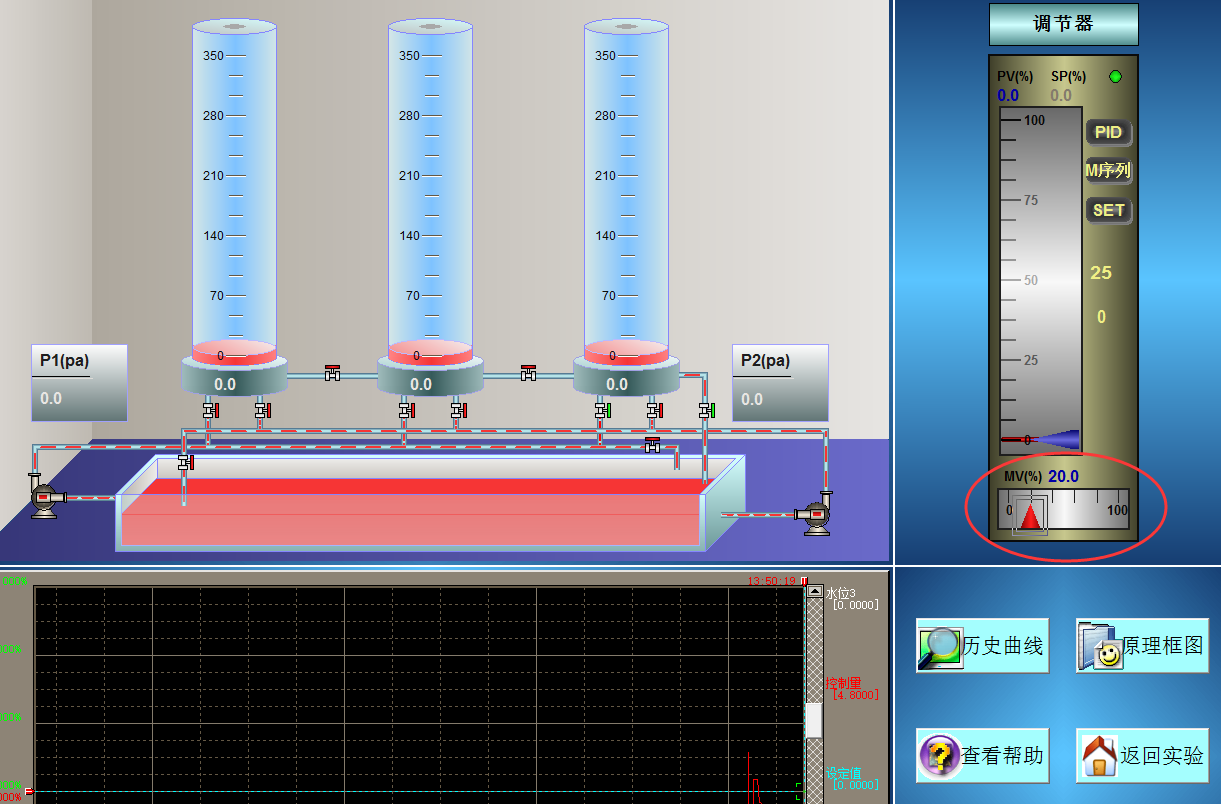
进入工程后，点击上方绿色三角形箭头运行工程：

![C:\Users\prm14\AppData\Roaming\Tencent\Users\353345737\QQ\WinTemp\RichOle\4VCT@{%]F](TB0KEDL4CRD4.png](data:image/png;base64,)

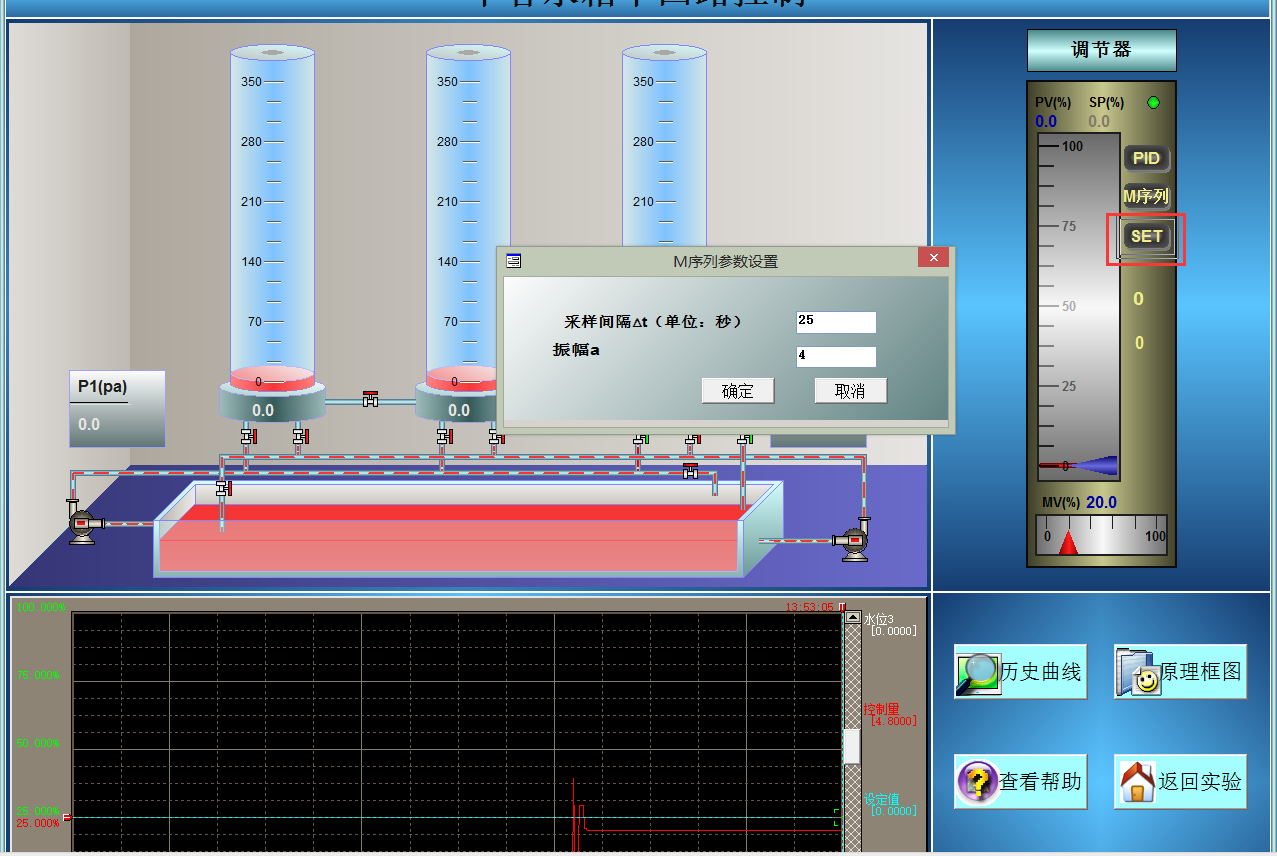
选择单回路控制🡪单容水箱



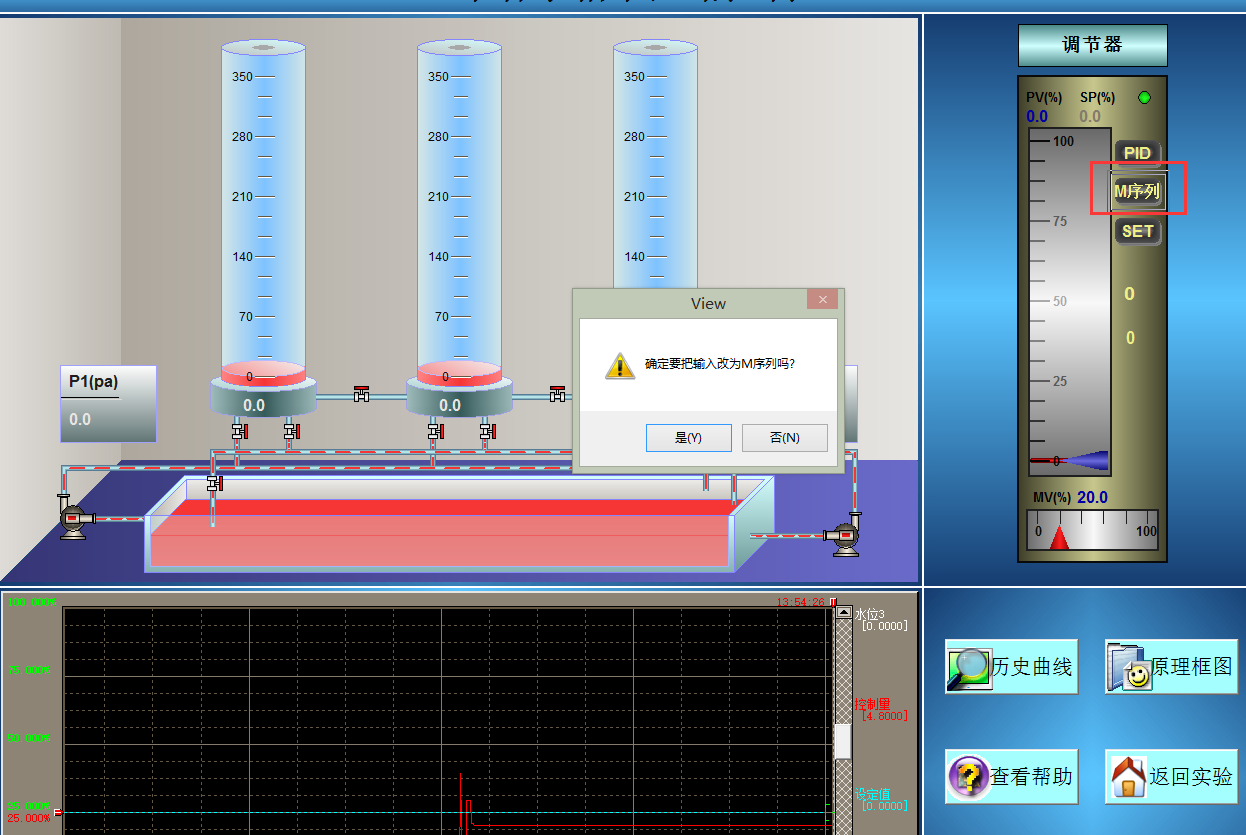
进入实验环境后，调整好单容水箱的各个开关，然后拖动下图的小红三角形来调整电机输入电压，水箱开始注水，液面开始上升。



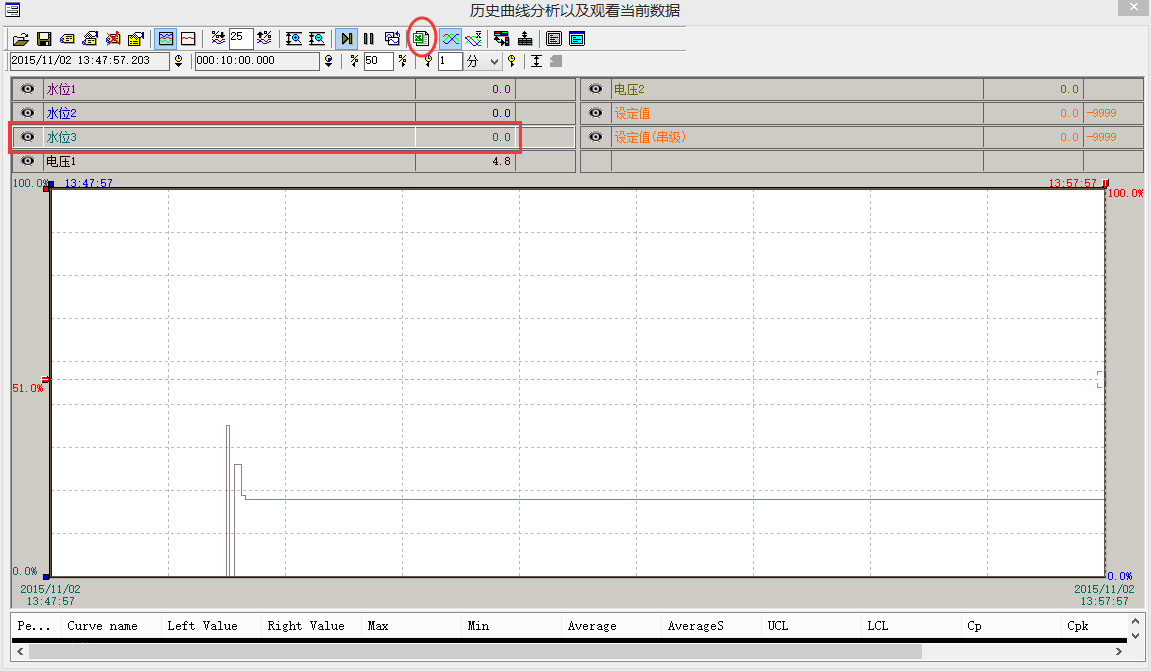
点击“SET”按钮设置采样间隔和振幅。



等单容水箱达到稳态后（约10min后，以液面高度不再变化为准），再点击“M序列”，则系统会从"D://data.txt"文件中读取M序列，并循环施加于输入电压上，实验需进行约三个周期。



实验完成后，点击“历史曲线”会弹出下图，点击“水位3”，然后点击保存为csv格式，再点击“电压1”，也点击保存为csv格式。实验数据的采集到此结束。



## 附3：基于matlab处理实验数据

从导出的电压1和水位3的.csv文件中分别提取时间和观测值两列数据到新建的两个.csv文件中，比如' data\_d1\_50s15.csv'和' data\_s3\_50s15.csv'（注意：不要存为.xlsx格式）。

修改preprocess.m文件中的deltat和Np，然后运行该文件，会得到下图：



如果红色的虚线和点与蓝色曲线吻合得很好，则说明成功提取了离散化数据，提取的数据自动保存在了data.mat文件中，可以在之后用load('data.mat')命令提取输入输出数据，然后再进行系统辨识。