

# 实验一：单容/双容水箱液位数学模型的测定实验

## 实验目的

- 1、用阶跃响应曲线法辨识一阶/二阶过程对象的数学模型。
- 2、学习被控对象动态特性的工程测试方法。
- 3、掌握被控对象动态特性特征参数的求取方法。

## 实验要求

- 1、预习实验指导书中的有关附录和内容。
- 2、预习被控对象有关章节，作好前期准备。
- 3、用工程测试的方法绘制被控对象的飞升特性。
- 4、依据实验曲线求取被控对象动态特性的特征参数。

## 实验内容

- 1、进入实验软件界面（只在本次实验用到TTS20软件）。
- 2、设置单容液位对象（开阀 W1，关闭其它各阀）。
- 3、建立初稳态（手动调整调节器输出，使第一水柱TANK1的液位稳定在某一值）。
- 4、施加阶跃输入（手动调整调节器输出，使其阶跃增加 10%）。
- 5、求取单容液位对象的飞升特性，绘制曲线。
- 6、设置双容对象（开连通阀 V1 和泄露阀 W3，关其它各阀）。
- 7、建立初稳态；施加阶跃输入；求取双容液位对象的飞升特性；绘制曲线。

## 实验步骤

- 1、双击桌面“TTS20”图标，打开控制软件。

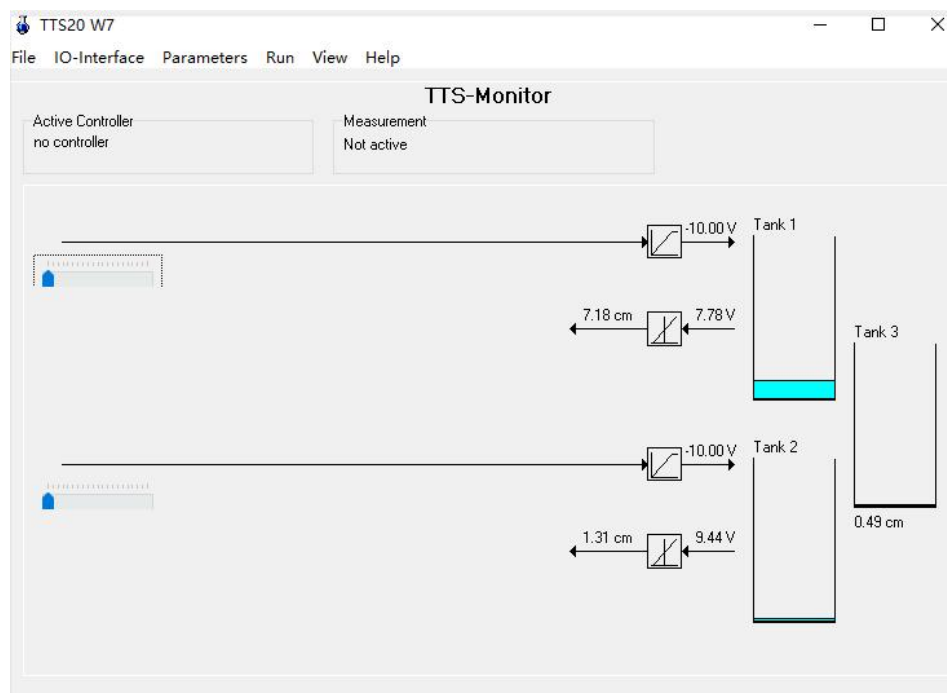


图1.1 “TTS20”控制软件

2、开启泄露阀1，关闭其他所有阀。将适配器控制PUMP1的开关拨到“手动”，旋钮控制泵的流量在50%，此时泵流量50ml/s左右。如下图所示。泵1开始工作，观察水箱1液位变化。



图1.2 适配器泵1工作模式设置

3、待液位稳定（监视界面液位1稳定在某一值），此过程约5-10分钟。如下图（只勾选Level tank 1 cm）所示：

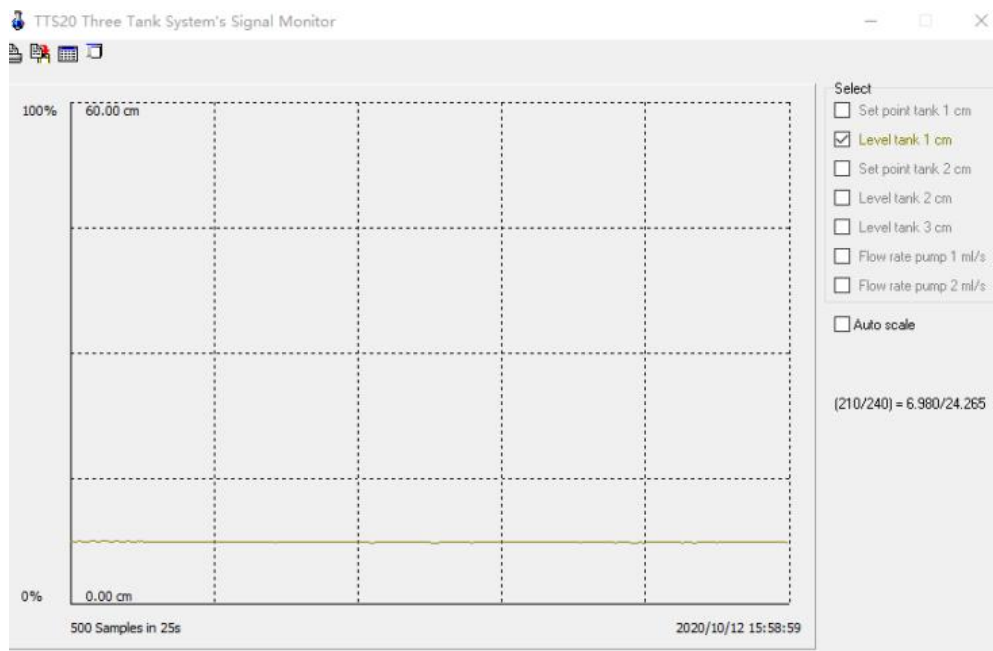


图1.3 水箱液位监视图

4、点击控制软件界面工具栏“Run”，选择“Measuring”，在弹出的界面设置时间为500s，并点击“OK”。如下图所示。

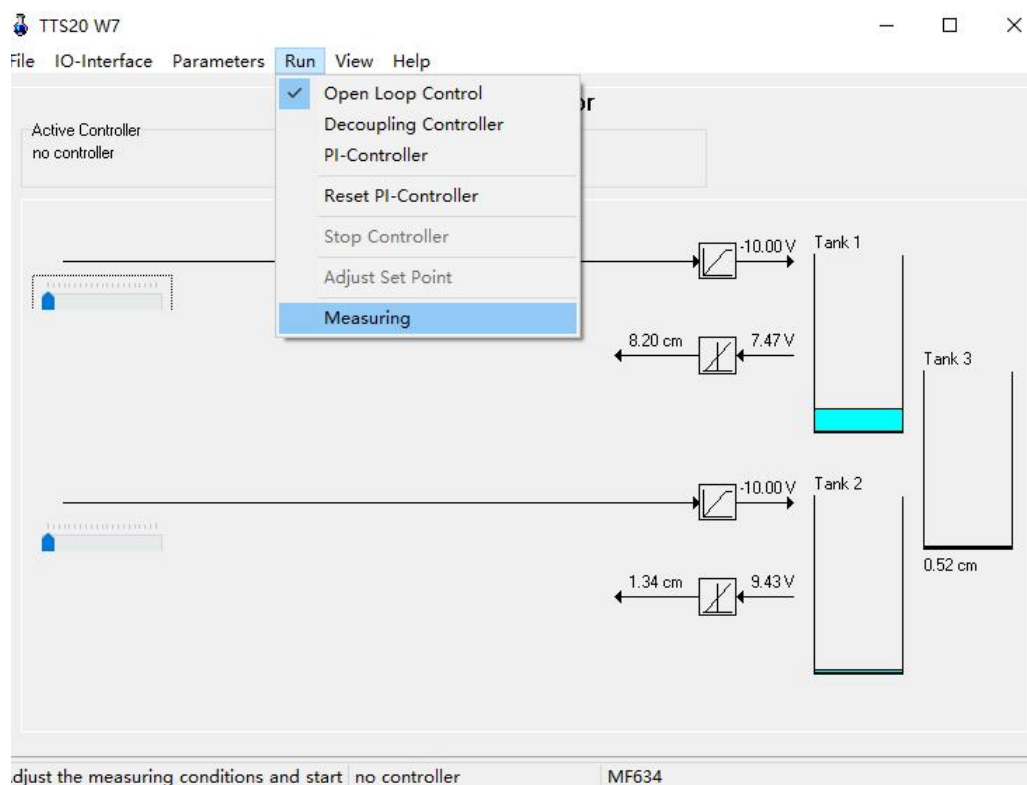


图1.4 开启软件测量

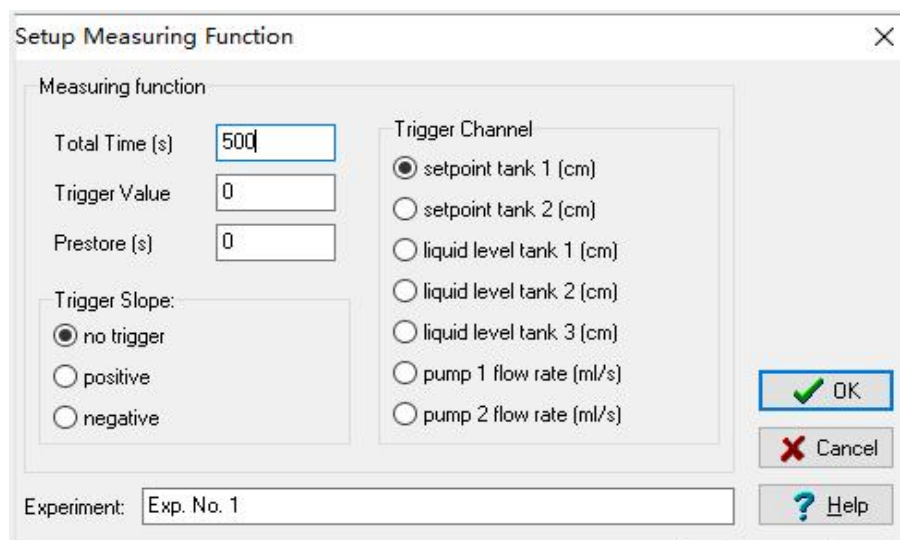


图1.5 测量时间设置

5、控制软件界面时间进度条开始运行。如下图。

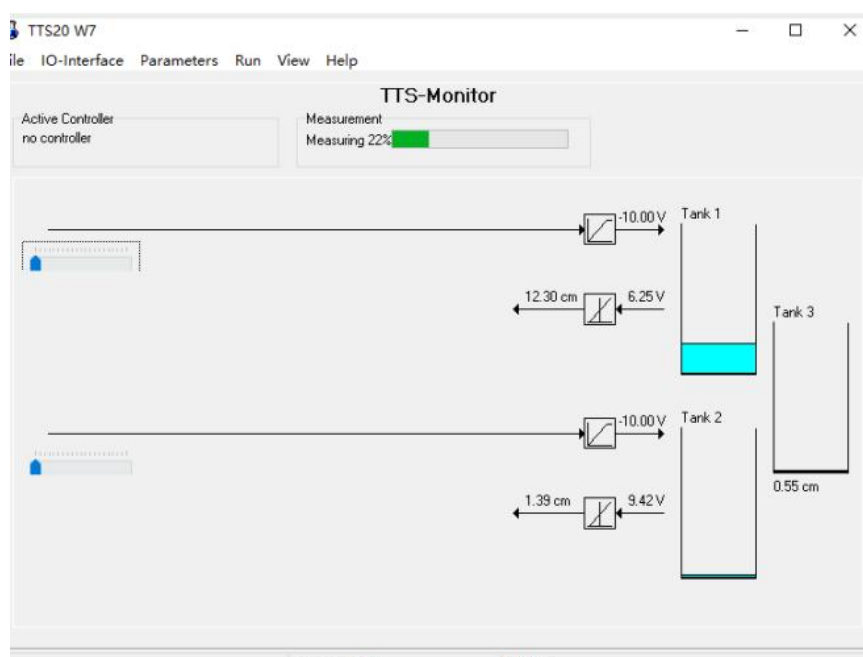


图1.6 监控界面时间进度显示

6、此时立即将泵1的调节旋钮开度增加10%（整量程的10%），即注水流量增加10%（整量程的10%，此时为60ml/s左右），给出一阶系统的阶跃输入。计量时间结束，进度条自动关闭。此时可以得到一阶系统的阶跃响应曲线。点击“View”，选择“Plot Recorded Data”如下图。

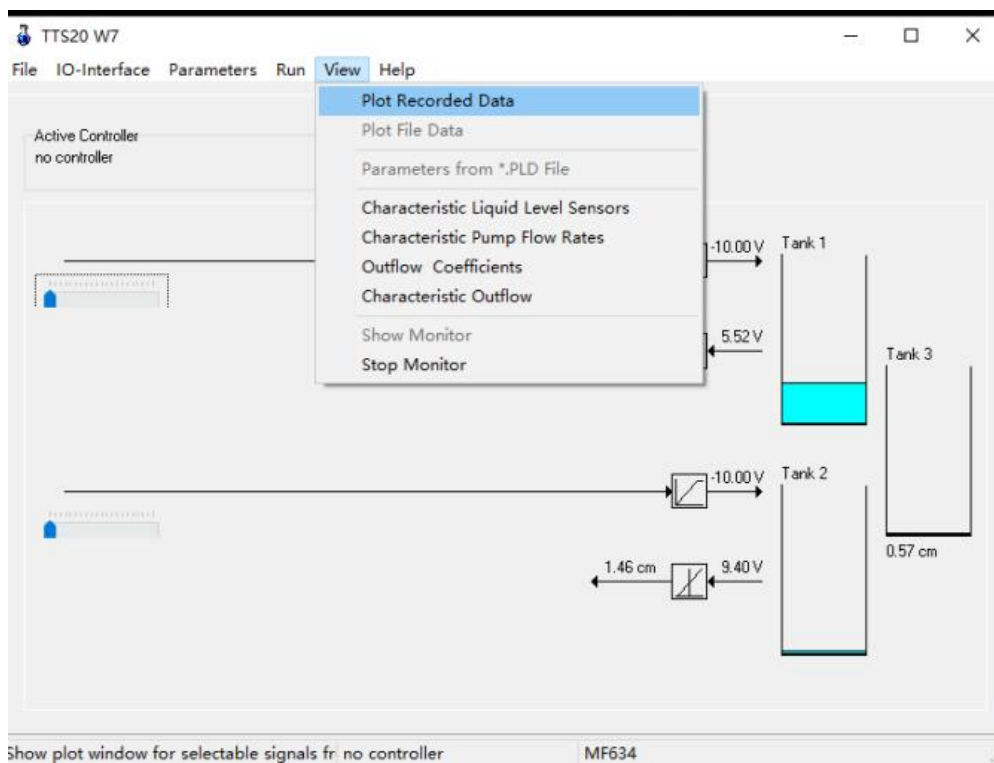


图1.7 根据记录数据绘制曲线

阶跃响应曲线如图1.8所示。

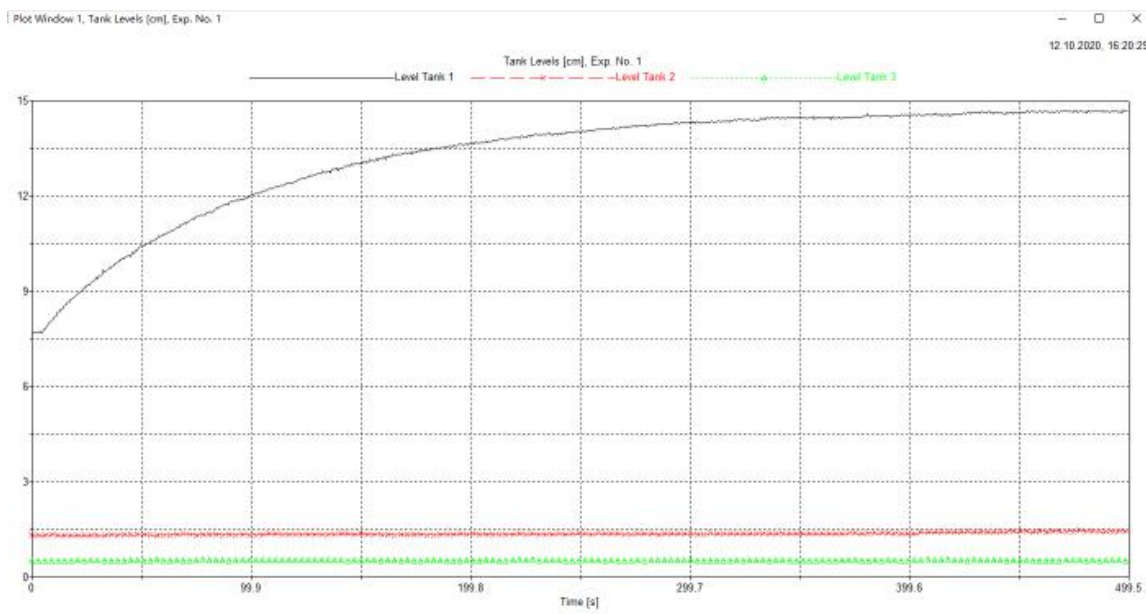


图1.8 一阶系统阶跃响应曲线

7、打开连通阀 V1 和泄露阀 W3，关闭其它各阀，建立**二阶双容系统**。将适配器控制 PUMP1的开关拨到“手动”，旋钮控制泵的流量在整量程的50%，使流量为50ml/s左右。如下图所示。泵1开始工作，通过监视界面观察水箱3液位变化。





图1.9 适配器设置图示

各个阀的状态如图1.10所示。

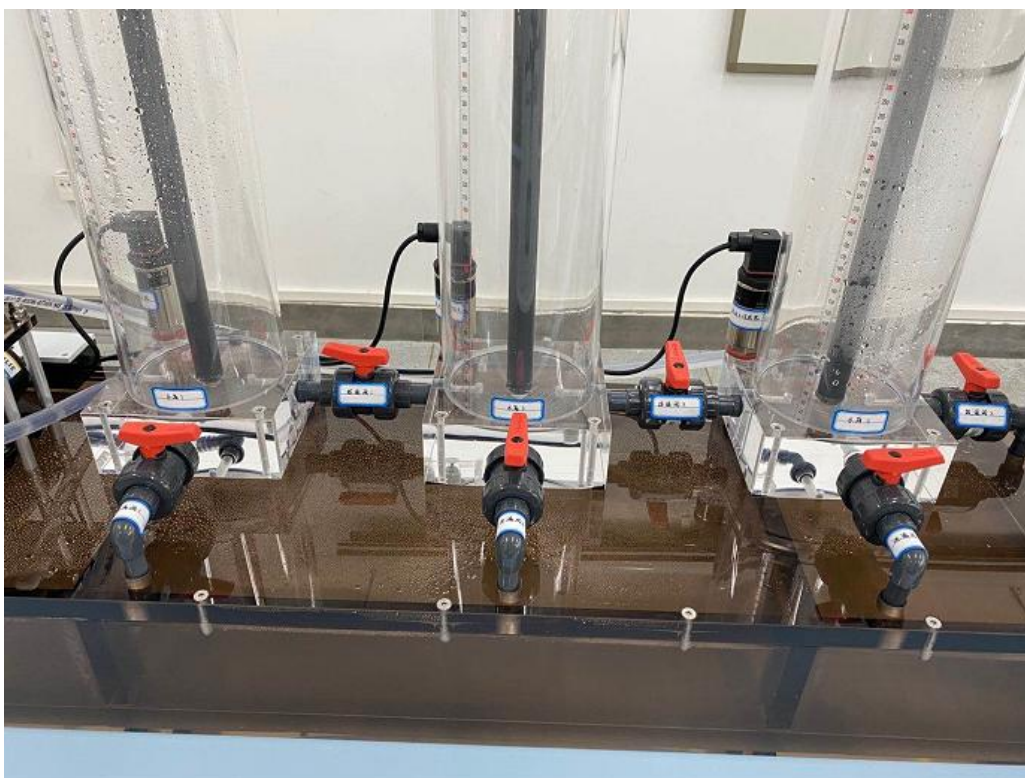


图1.10 连通阀状态图

8、通过监控界面观察，待水箱3液位基本稳定在某一值——建立初稳态（此过程需一定时间，约7-10分钟，请耐心等待），此时重复步骤4-6。此过程须注意：

- 二阶系统测量时间设置为**1000s**（由软件限制在最大1000s）。如图1.11所示。
- 测量时间设置完成后，应**立即**将泵1的调节旋钮开度增加10%（满量程的10%），即注水流量阶跃增加，作为二阶系统的阶跃输入。此时为流量60ml/s。
- 过程中阀V1、W3开度保持不变。
- 阶跃输入不能取太大，以免TANK1液位超范围报警，影响测试结果；也不能太小，防止对象特性的不真实性。

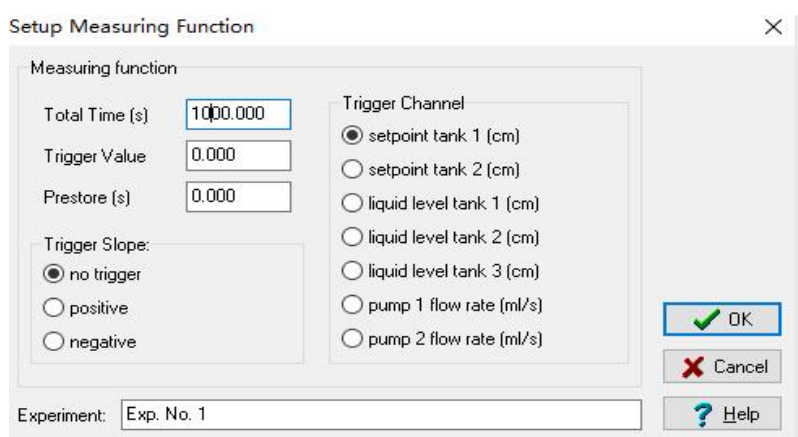


图1.11 测量时间设置

9、计时结束，进度条自动关闭。点击“View”，选择“Plot Recorded Data”——“Liquid Levels”如下图1.12。

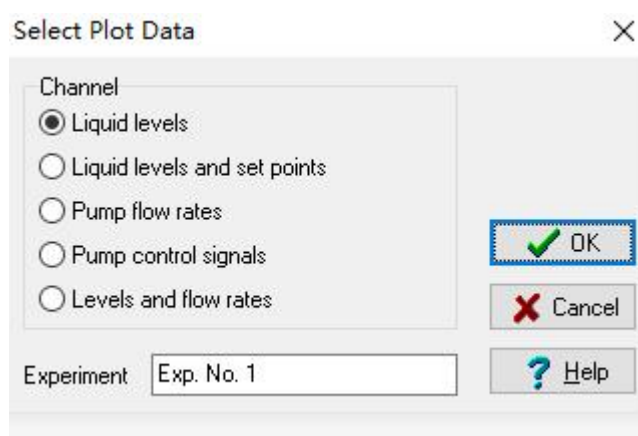


图1.12 根据记录数据绘制曲线

得到二阶系统的阶跃响应曲线，如图1.13，绿色曲线为TANK3液位变化图。

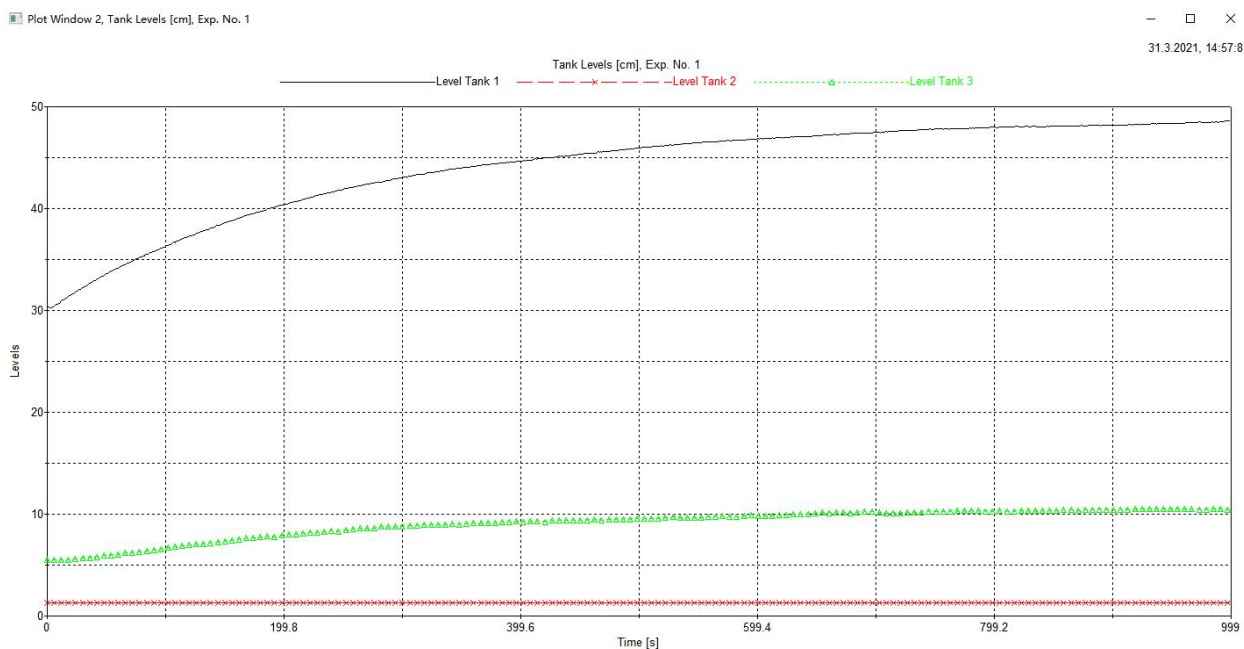


图1.13 二阶系统阶跃响应曲线

10、二阶系统响应曲线输出量是TANK3的液位高度，可以在输出页面按比例只显示TANK3的液位值变化，减小计算误差。主程序“TTS20 W7”中点击“View”——“Plot Recorded Data”，弹出页面选择“Liquid Levels”，在弹出的曲线图中右键单击，会出现如图1.14所示界面。

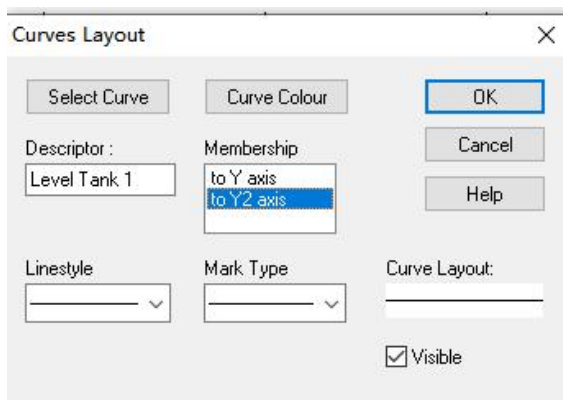


图1.14 Curves Layout界面

11、在上述界面中选择“to Y2 axis”，点击“OK”。曲线显示如下图1.15所示。



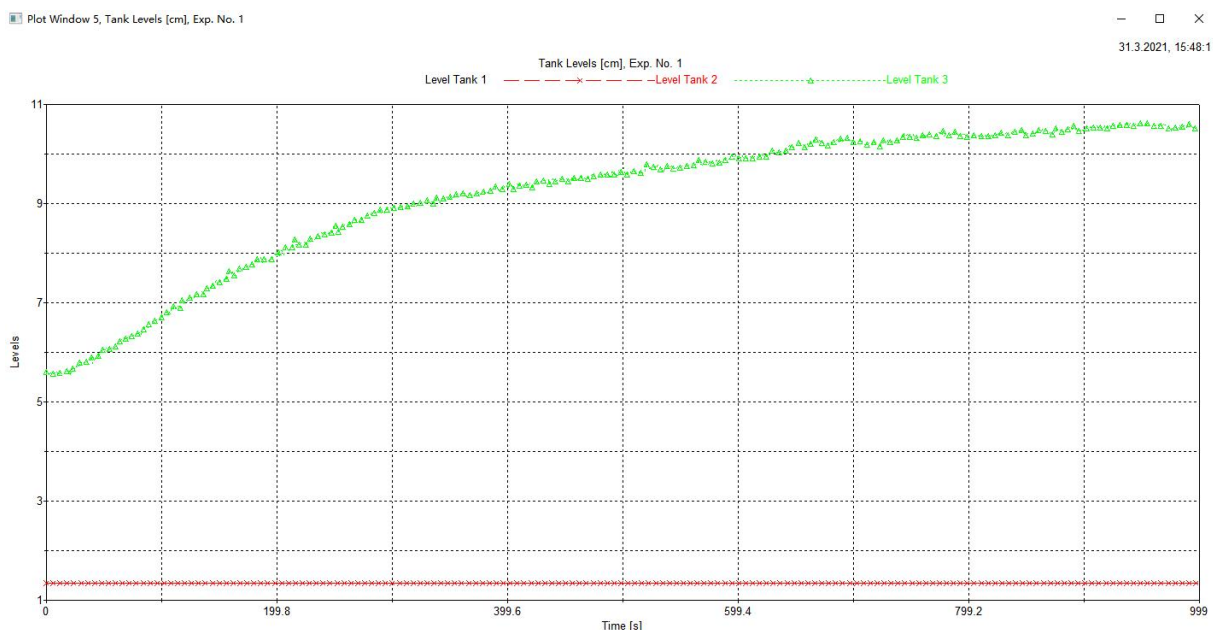


图1.15 TANK3 液位变化曲线

12、上述曲线可打印成清晰的PDF格式文档，方便取点计算。具体方法：“TTS20 W7”主界面选择“File”——“Save Recorded Data”，弹出的界面将数据命名，存储为“.pld”格式文件——  
  
。然后点击“File”——“Load Recorded Data”，弹出的对话框内选择之前已保存的“.pld”格式文件，点击“View”——“plot file data”，选择相应的曲线类型，本实验选择“Liquid levels”，点击OK。在出现的曲线画面中，重复步骤10-11，并使期望保存的曲线文件保持打开，然后在“TTS20 W7”主界面选择“File”——“Print Plots”，出现如下图1.16所示画面。选择其中一个文件，点击OK，在弹出的对话框中选择路径，并命名文件。

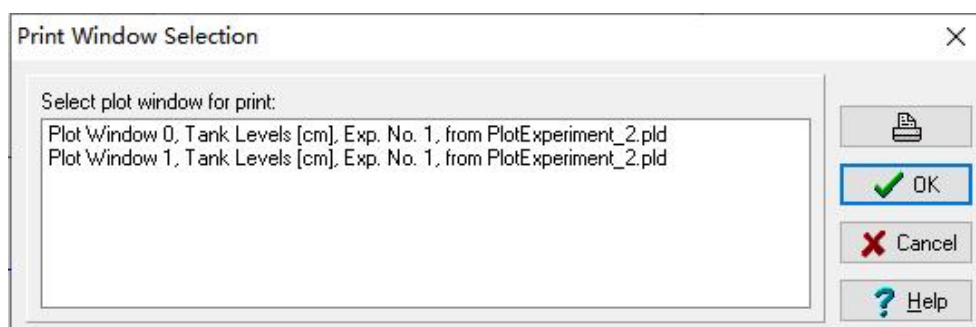


图1.16 选择曲线生成pdf

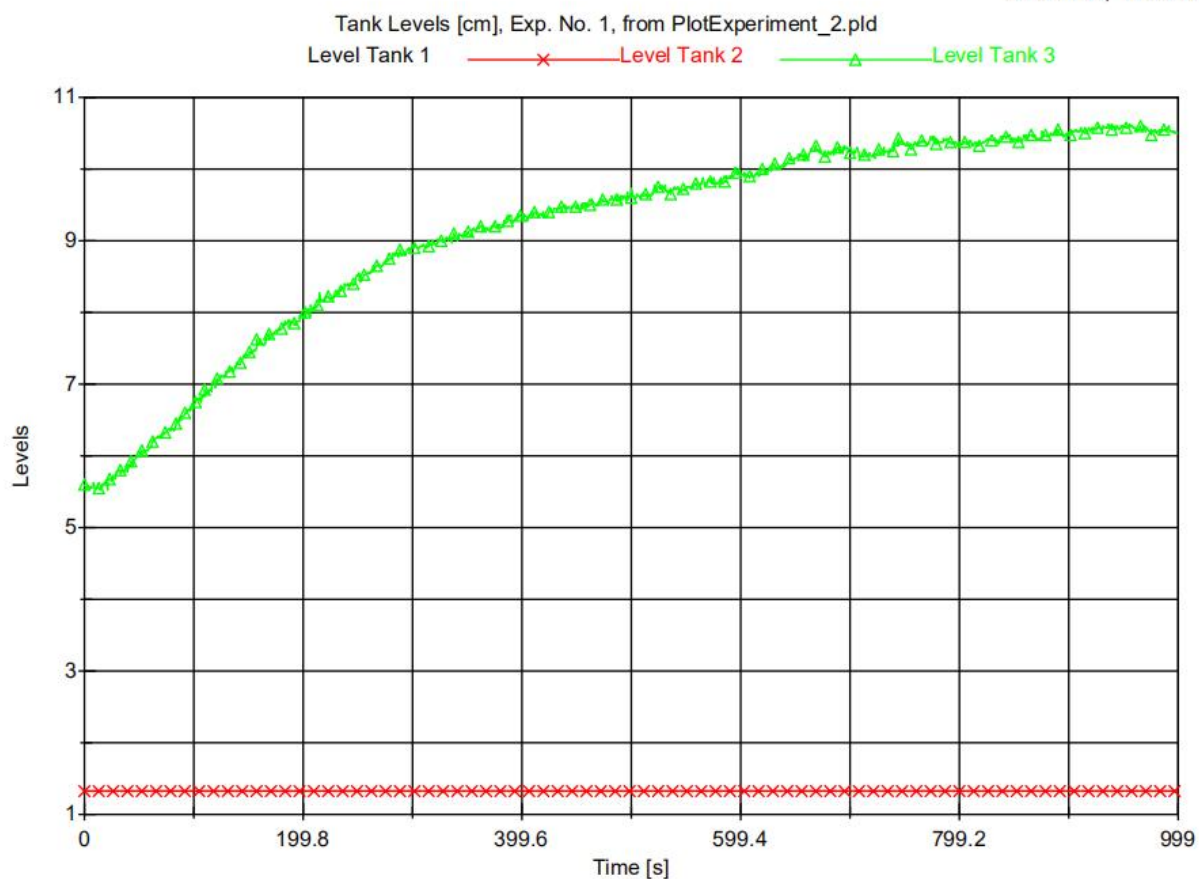


图1.17 打印曲线生成pdf示例

## 实验报告

- 1、依据一阶响应曲线求取一阶过程对象动态特性的特征参数 ( $K$ 、 $T$ 、 $\tau$ )，给出计算过程。
- 2、依据二阶响应曲线求取二阶过程对象动态特性的特征参数 ( $K$ 、 $T$ 、 $\tau$ )，给出计算过程。
- 3、实验测得曲线结果附于报告中。

## 实验设备介绍

三容水箱系统的结构如图 A 所示，水箱主体部分主要由两个水泵、三个水箱、三个漏水阀门、三个连通阀门以及一个蓄水池构成。

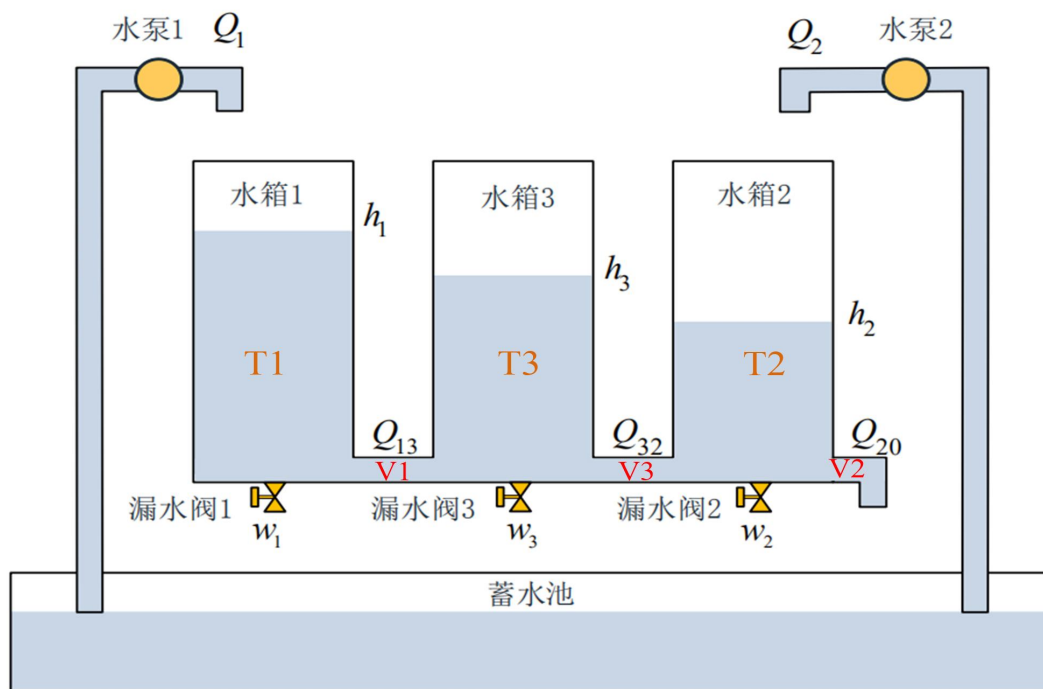
水泵 1 和水泵 2 从蓄水池中抽取水源分别给水箱 1 和水箱 2 直接供水，由于水的压力，水箱 3 可以通过其底部左右两侧的连通管从水箱 1 和水箱 2 中获得水源，两个连通阀表示为V1、V3，同时三个水箱中又有一部分水通过水箱 2 底部右侧的连通阀V2流回到蓄水池中。水箱 1、水箱2 和水箱 3 的底部分别有一个阀门，能够实现对水箱发生泄漏情况的模拟。

三容水箱系统是典型的多输入多输出系统，输入量是水泵 1 和水泵 2 的流量，输出通常为三个水箱中的液位高度。由于水箱 3 的底部与水箱 1 和水箱 2 的底部互相连通，并且水箱2 底部的连通是常开的状态，导致系统的动态响应过程所需时间比较长，两个输入与输出量互相之间存在较强的耦合现象，系统内部也存在着较强的非线性。

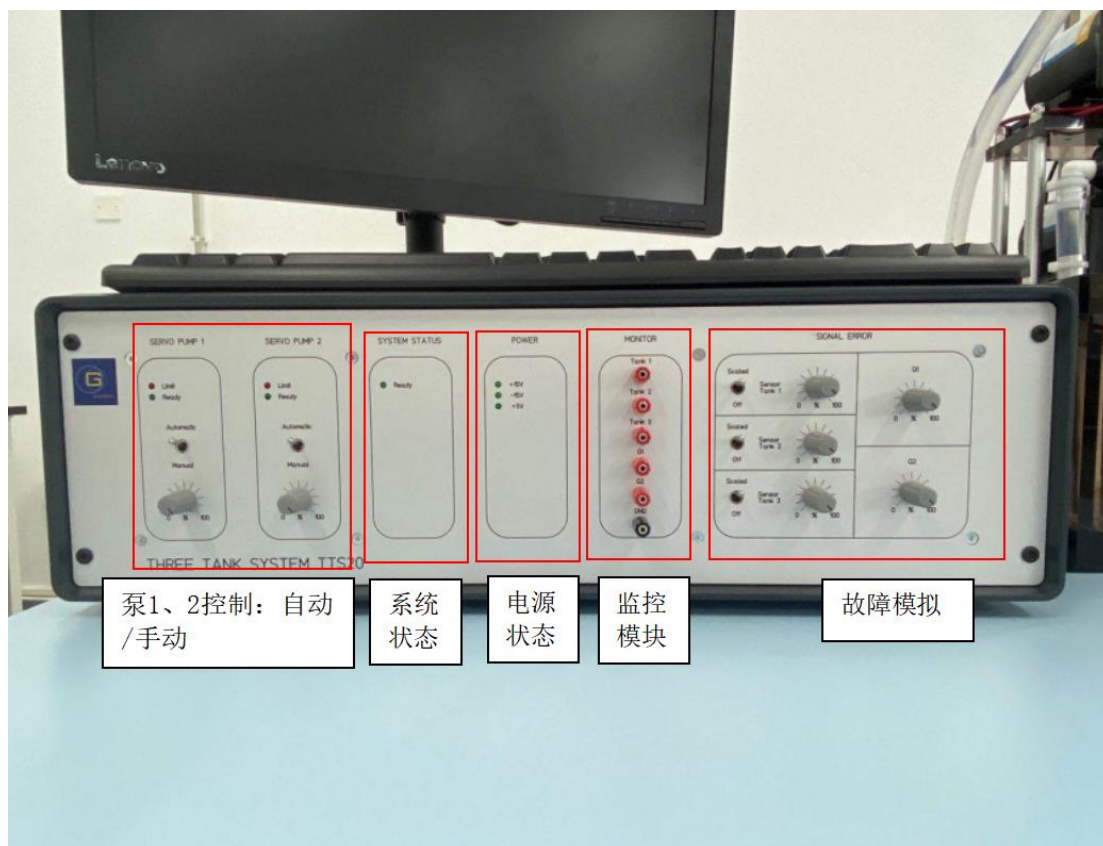
水箱T1、T3、T2截面积为A，连通管截面积 $S_n$ 。Hmax液位最大值，超过此值水泵自动停止供水。Q1和Q2是泵1和2的流量。技术参数表如表 I 所示。

表 I 技术参数表

| 参数含义    | 符号表示                | 取值                 | 单位    |
|---------|---------------------|--------------------|-------|
| 水箱横截面积  | A                   | 0.0154             | $m^2$ |
| 连通管横截面积 | $S_n$               | $5 \times 10^{-5}$ | $m^2$ |
| 液位最大值   | $H_{max}$           | 60(±2)             | cm    |
| 泵1/2的流量 | $Q_{1max}/Q_{2max}$ | 100                | ml/s  |



图A 三容水箱结构图



图B 适配器功能模块图