



哈爾濱工業大學(深圳)
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN

过程控制系统 实验报告

专业： 自动化

实验名称：

单容/双容水箱液位数学模型的测定实验

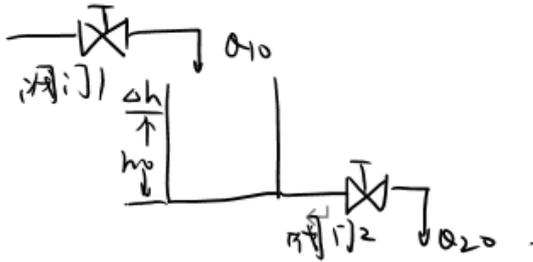
实验日期： 2023年4月27日

实验与创新实践教育中心

Education Center of Experiments and Innovations

一、 实验原理

单容系统



系统稳定时液位 h_0 , 系统稳态时 $Q_{10} = Q_{20}$

阀门1增大 $\Delta \mu_1$ 时

$$\frac{\Delta Q_1 - \Delta Q_2}{A} = d \frac{\Delta h}{dt}$$

$$\Delta Q_2 = \frac{\Delta h}{R_3} \quad \Delta Q_1 = k \mu_0 \mu_1$$

解得 $T \frac{d\Delta h}{dt} + \Delta h = k \Delta \mu_1$ $T = AR_3$ $k = k \mu R_3$

$$\frac{H(s)}{\mu(s)} = \frac{k}{Ts+1}$$

$$\therefore \Delta h = k (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \Delta \mu_1$$

双容系统

由单容系统串联可得

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{H_2(s)}{M(s)} = \frac{k}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = A_1 R_2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_2 = A_2 R_3 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k = K M R_3 \end{array} \right.$$

$$\therefore y = k \left(1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}} \right)$$

二、 实验内容

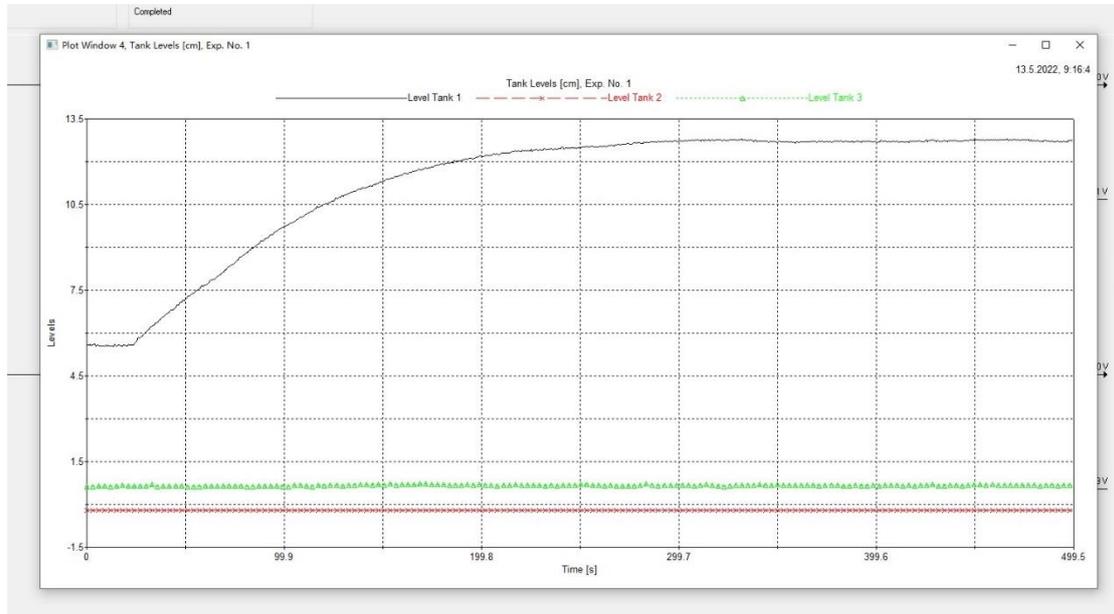
(简述实验内容及操作过程)

- 1、进入实验软件界面。
- 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 。

三、 实验结果及分析

(实验原始数据、实验曲线及其分析)

1. 单容水箱 (一阶响应)



$$\Delta h = k (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \Delta \mu$$

系统没有滞后, $\tau = 0$

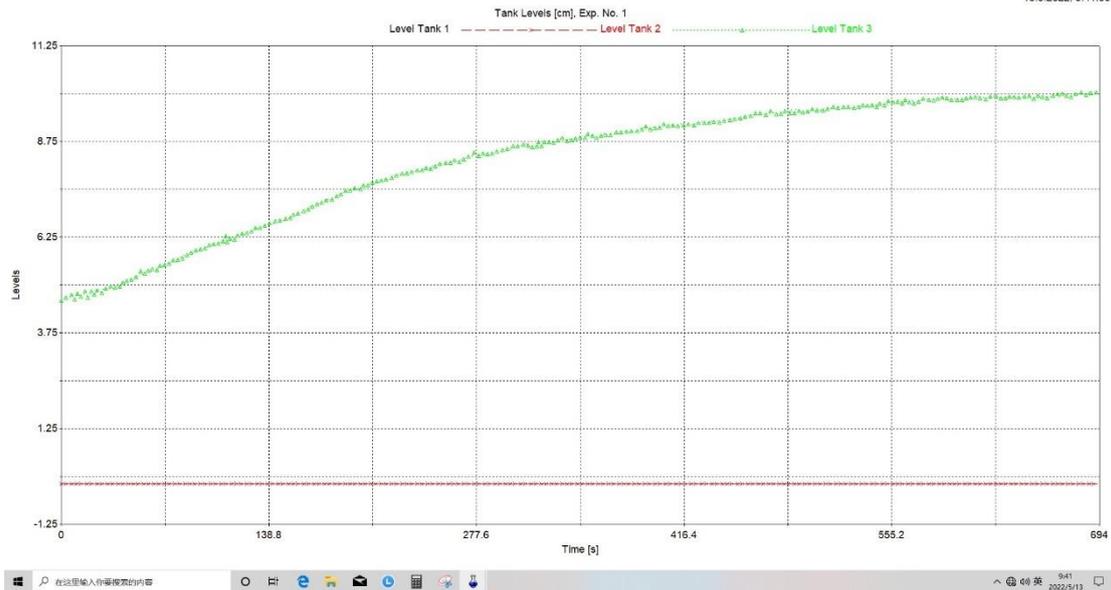
$$k = y(\infty) - y(0) = 12.7 - 5.2 = 7.5$$

$$y'|_{t=0} = \frac{k}{T} \approx 0.08$$

$$T = \frac{k}{y'} = 93.8$$

$K=7.5$, $\tau=0$, $T=93.8$

2. 双容水箱 (二阶响应)



$$y = k \left(1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}} \right)$$

无滞后环节, $\tau = 0$

$$k = y(\infty) - y(0) = 10 - 4.75 = 5.25$$

$$y(0.1) = 4.75 + 5.25 \times 0.4 \quad y(0.2) = 4.75 + 5.25 \times 0.8$$

$$t_1 = 170s \quad t_2 = 350s$$

$$\begin{cases} T_1 + T_2 \approx \frac{t}{2.16} (t_1 + t_2) \\ \frac{T_1 T_2}{(T_1 + T_2)^2} \approx 1.14 \frac{T_1}{T_2} - 0.55 \end{cases}$$

解得

$$\begin{cases} T_1 = 205.3 \\ T_2 = 27.1 \end{cases}$$

$$K = 5.25, \quad \tau = 0, \quad T_1 = 205.3, \quad T_2 = 27.1$$