

过程控制

实验一 对象动态特性和 PI 控制器特性

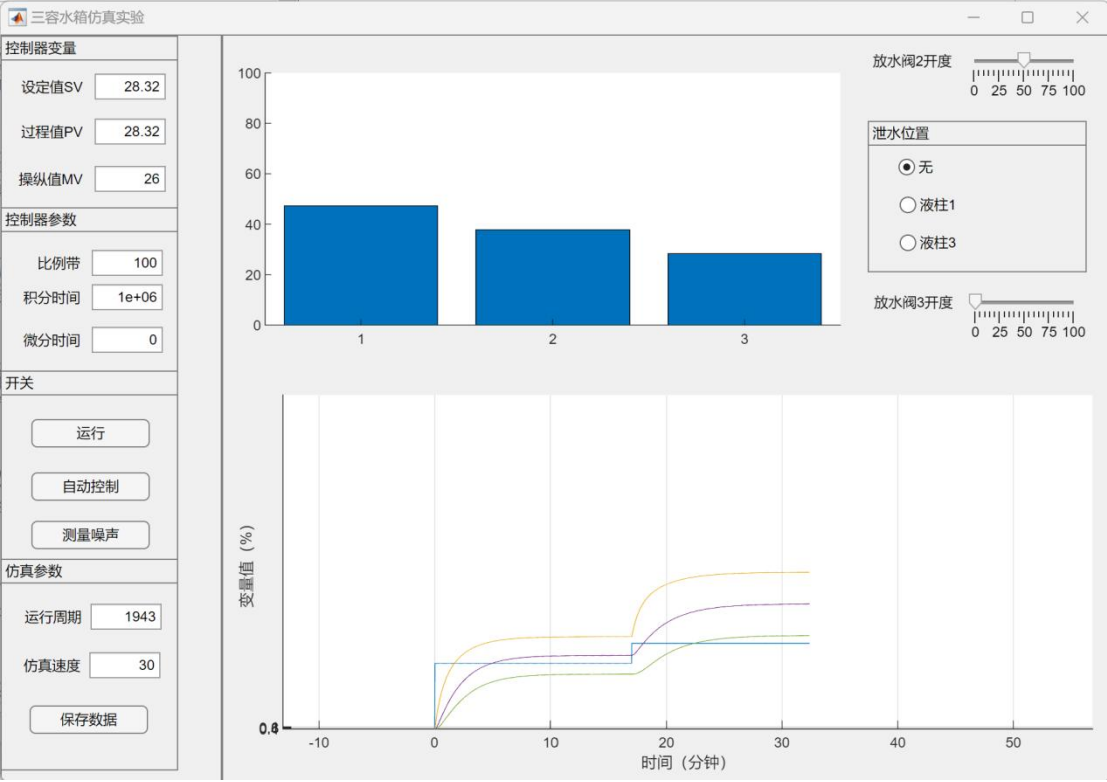
自 05 2020011126 刘若涵

同组同学：毛静嘉

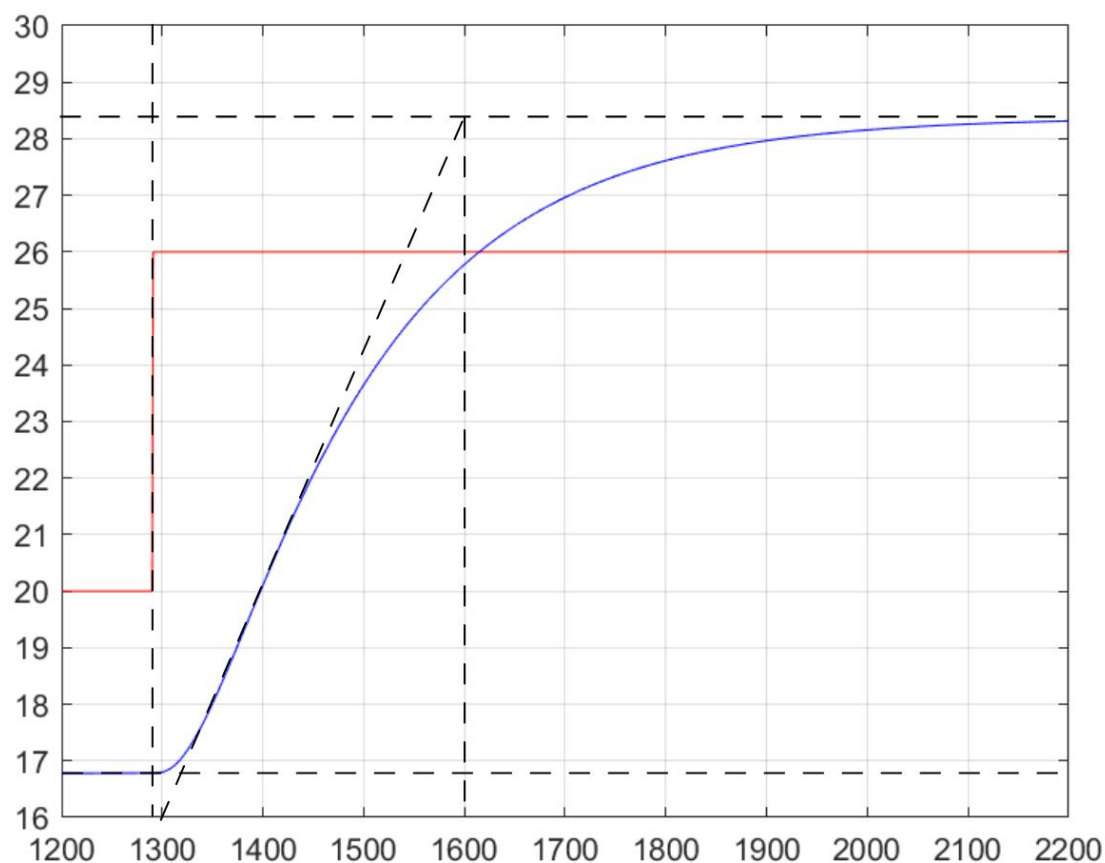
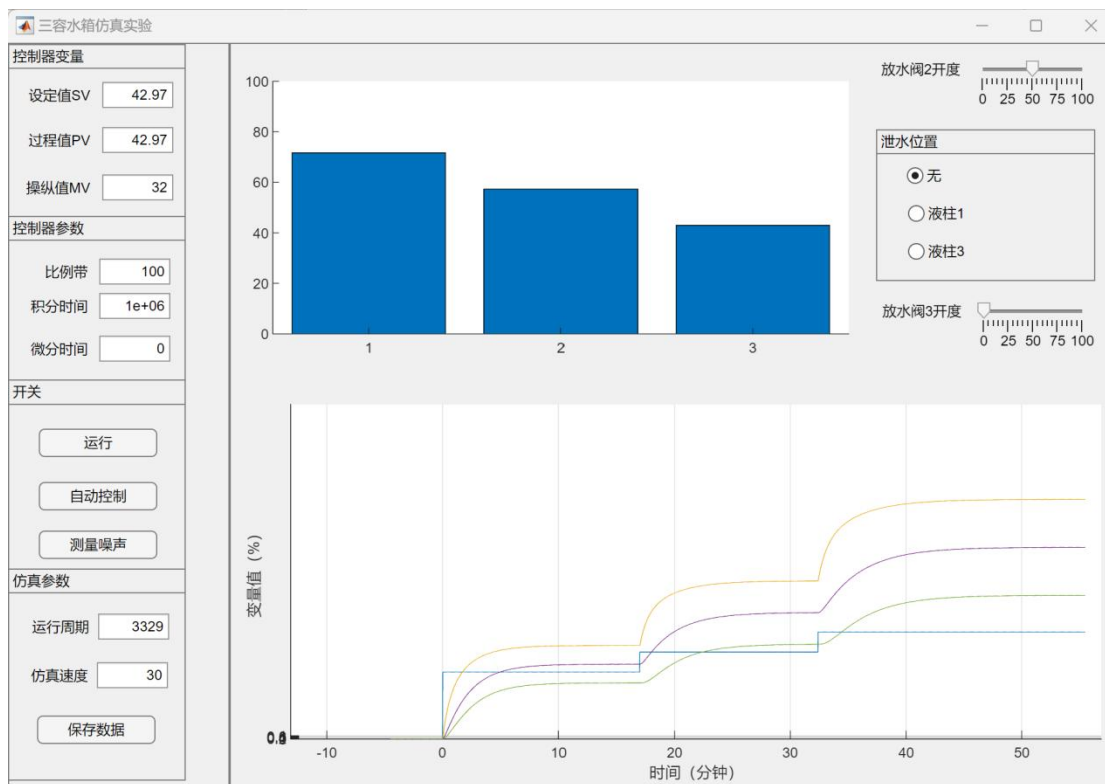
1.1 液位对象动态特性及工作点的影响（非线性）

设置初始操纵值 $MV=20$ 。

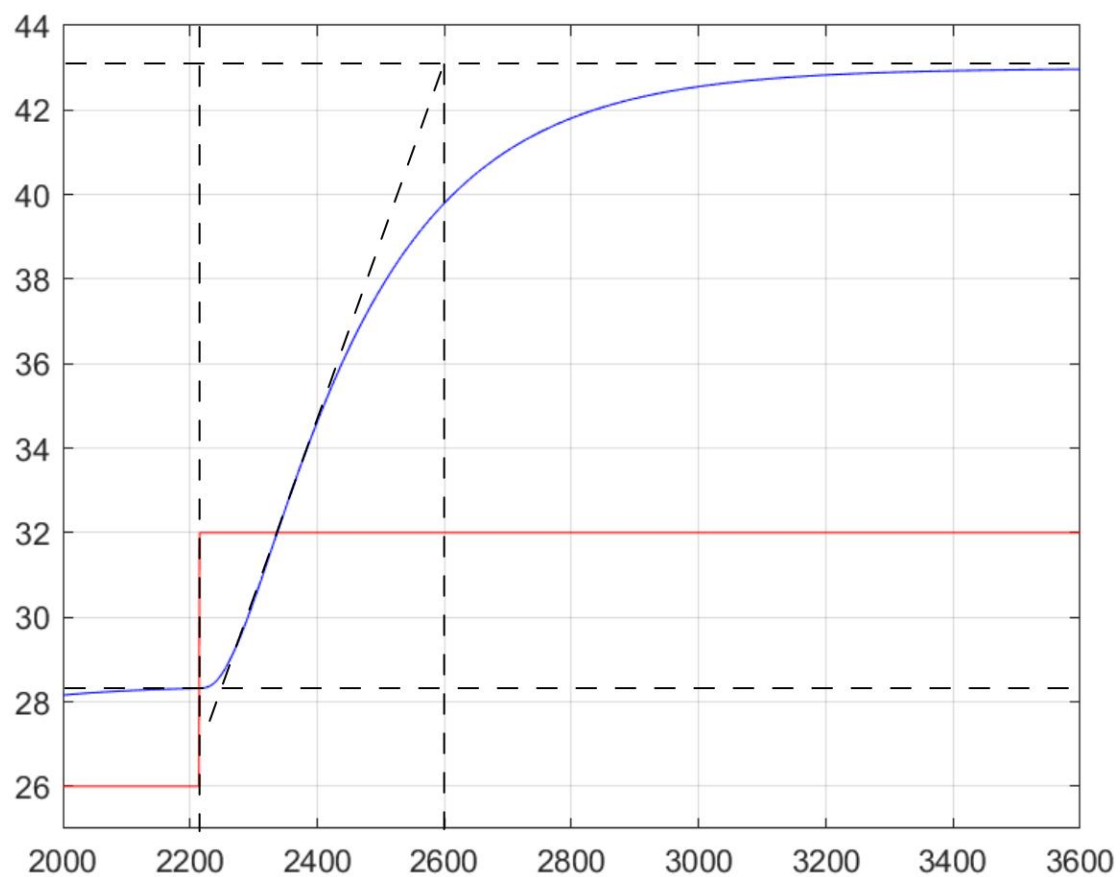
待稳定后调整 $MV=26$ （6 的阶跃扰动）获得飞升曲线 1.1，如下图所示。



新的稳态下再增加 6 阶跃扰动， $MV=32$ ，获得飞升曲线 1.2，如下图所示。



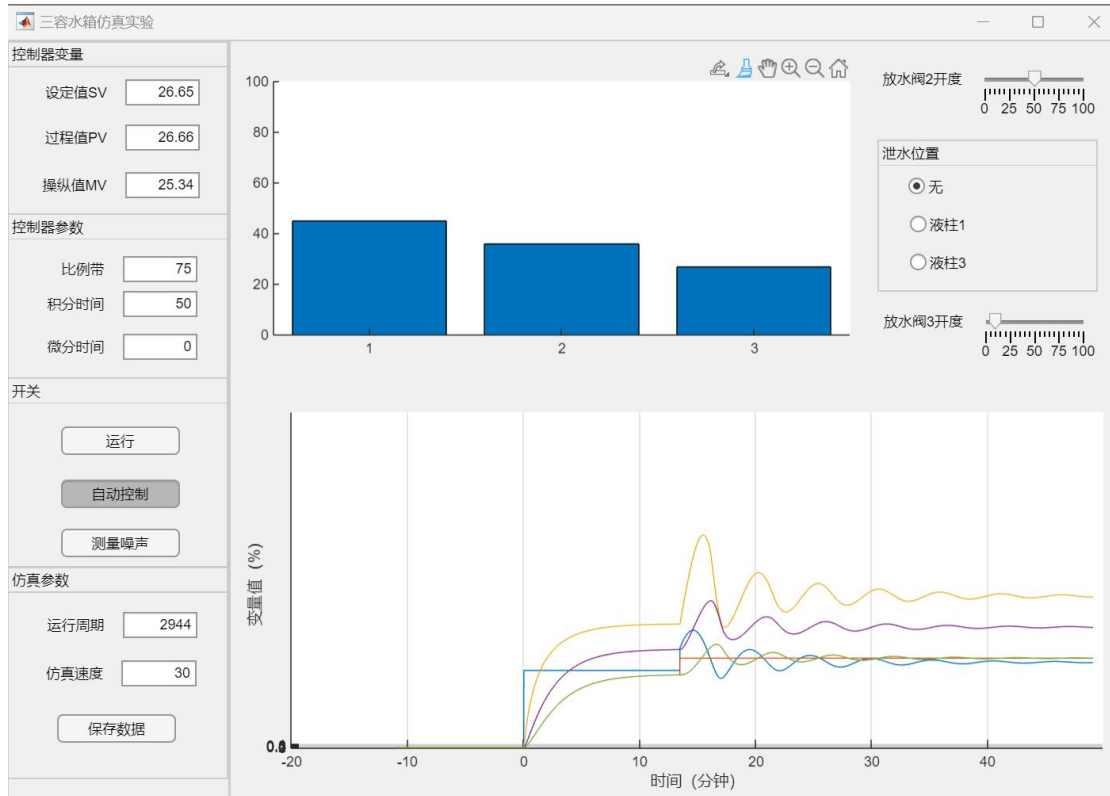
依据曲线 1.1，求得液位对象动态参数： $K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{11.5}{6} = 1.92$ ， $T = 280s$ ， $\tau = 30s$ 。



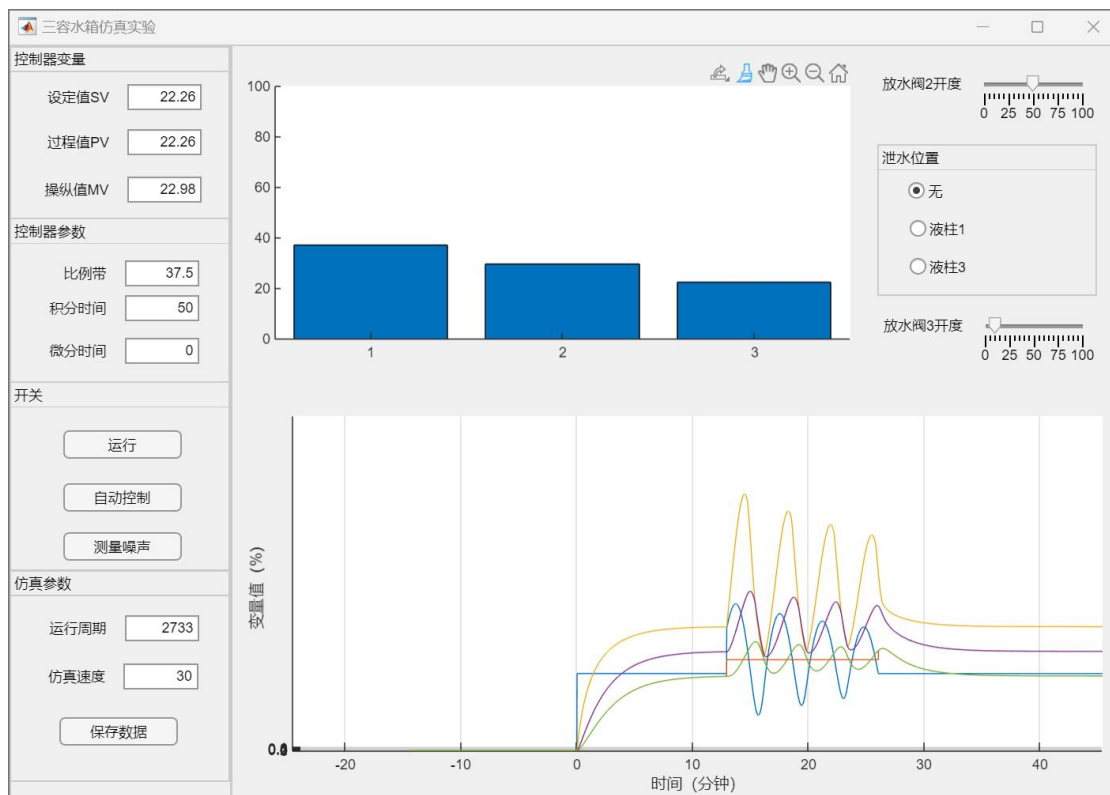
依据曲线 1.2，求得液位对象动态参数： $K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{14.6}{6} = 2.44$ ， $T = 350s$ ， $\tau = 35s$ 。

1.2 控制过程随比例带和积分时间变化情况

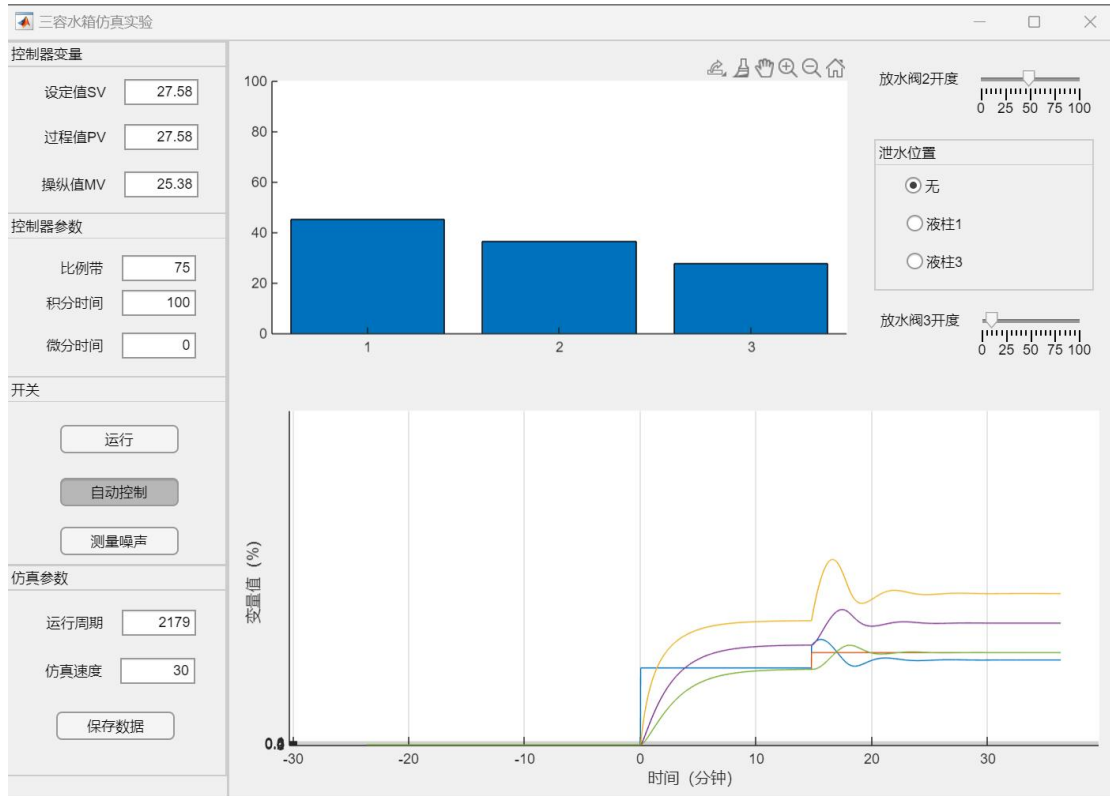
(1) $\delta = \delta_0 = 75\%$ ， $T_i = T_{i0} = 50s$



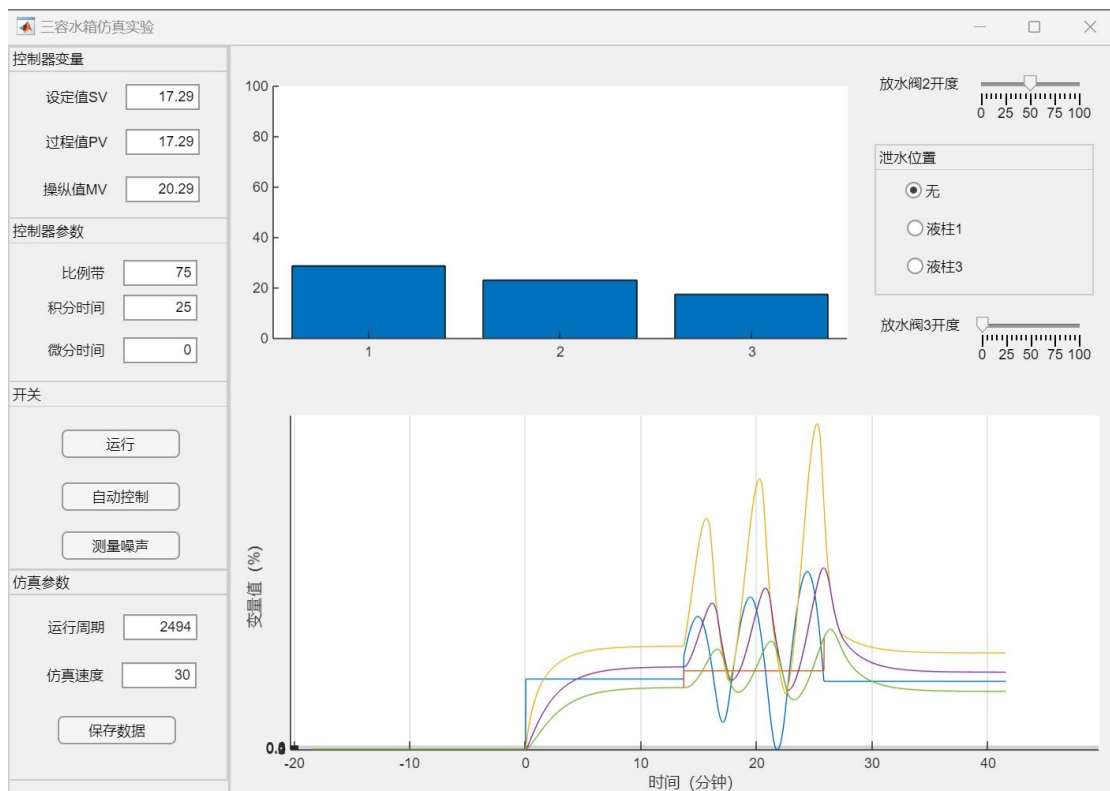
(2) $\delta = 0.5\delta_0 = 37.5\%$, $T_i = T_{i0} = 50s$



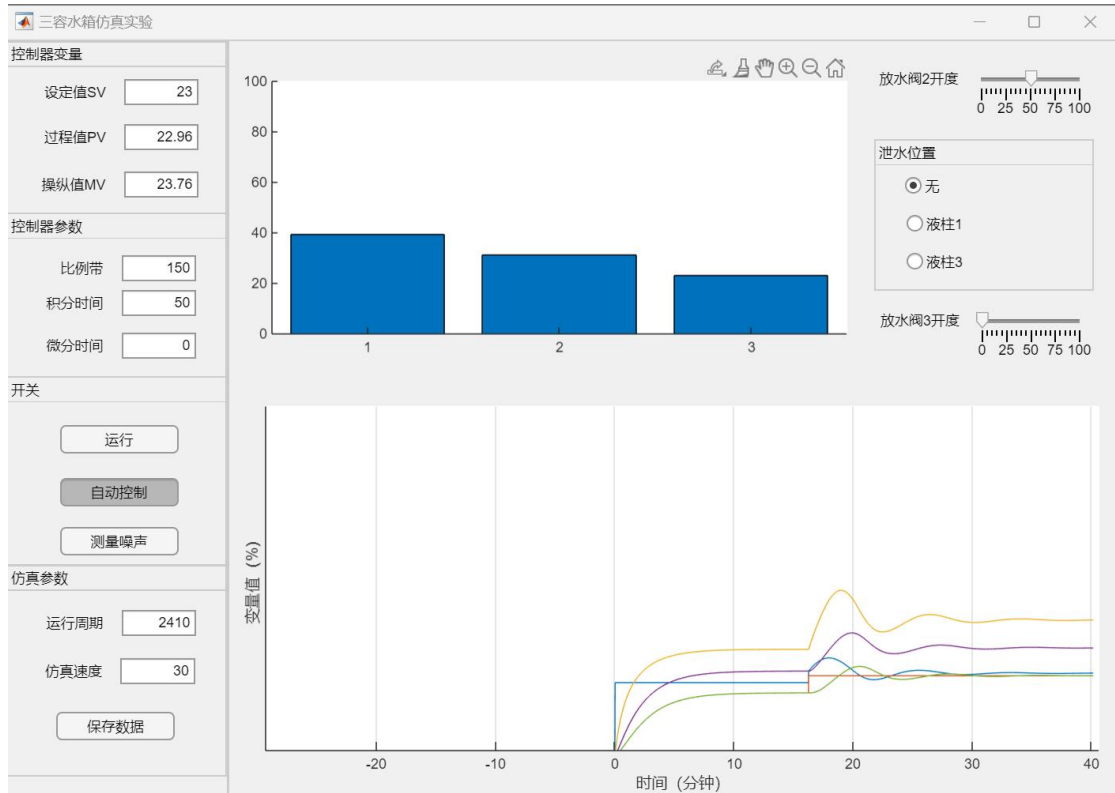
(3) $\delta = \delta_0 = 75\%$, $T_i = 2T_{i0} = 100s$



$$(4) \delta = \delta_0 = 75\%, T_i = 0.5T_{i0} = 25s$$



$$(5) \delta = 2\delta_0 = 150\%, T_i = T_{i0} = 50s$$



1.3 实验结果分析

(1) 采用机理建模方法求取单容水箱的传递函数，分析平衡点容积参数变化对传递函数的影响。

记流入水箱的流量为 Q_1 ，流出水箱的流量为 Q_2 。水箱底面积为 A ，水阀阻力为 R_s 。

由物料平衡：

$$Q_{10} - Q_{20} = 0$$

$$Q_1 - Q_2 = \frac{dV}{dt} = A \frac{dh}{dt}$$

$$Q_2 = \frac{h}{R_s}$$

$$Q_1 = \frac{h}{R_s} + A \frac{dh}{dt}$$

整理可得

$$G(s) = \frac{H(s)}{Q_1(s)} = \frac{R_s}{AR_s s + 1} \triangleq \frac{K}{Ts + 1}$$

平衡点处，若水箱底面积 A 变大，则惯性环节的时间常数变大；若水阀阻力 R_s 变大，则传递函数比例系数 K 及惯性环节时间常数均增大。

(2) 对比曲线 1.1 和曲线 1.2 所求得的特征参数，总结液位对象容积参数变化对飞升特

性的特征参数等方面的影响

1.1 到 1.2, 增大了液位对象容积参数, 曲线的变化中, K 、 T 、 τ 三个特征参数均增大。

(3) 根据曲线, 总结比例带和积分时间对控制过程的影响规律

比例带 δ 减小时, 引起工作频率 ω 增大, 衰减比减小, 扰动在给定通道, 最大动态偏差增大, 稳定性变差;

积分时间 T_i 减小时, 积分作用增强, ω 增大, 衰减比减小, 稳定性变差, 这里的扰动在给定通道上, 故最大动态偏差增大。

过程控制

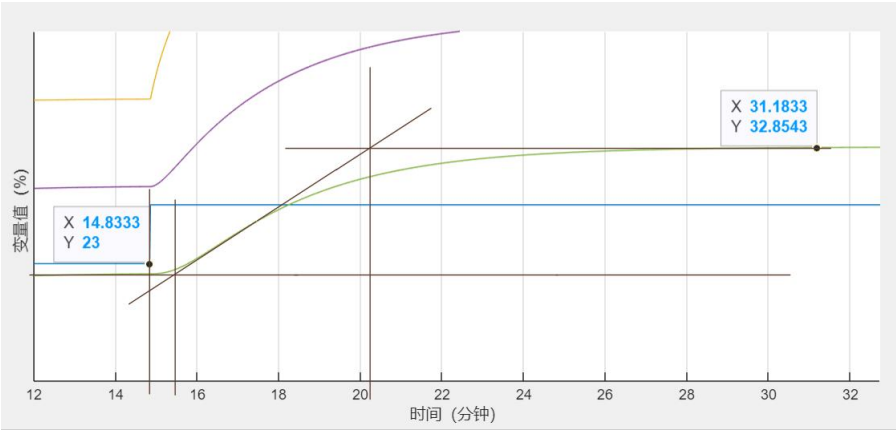
实验二 单回路控制系统

自 05 2020011126 刘若涵

同组同学：毛静嘉

2.1 动态特性参数法

根据第三水柱液位的飞升曲线，作切线得到动态特征参数为：



$$K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{10.75}{5} = 2.15$$

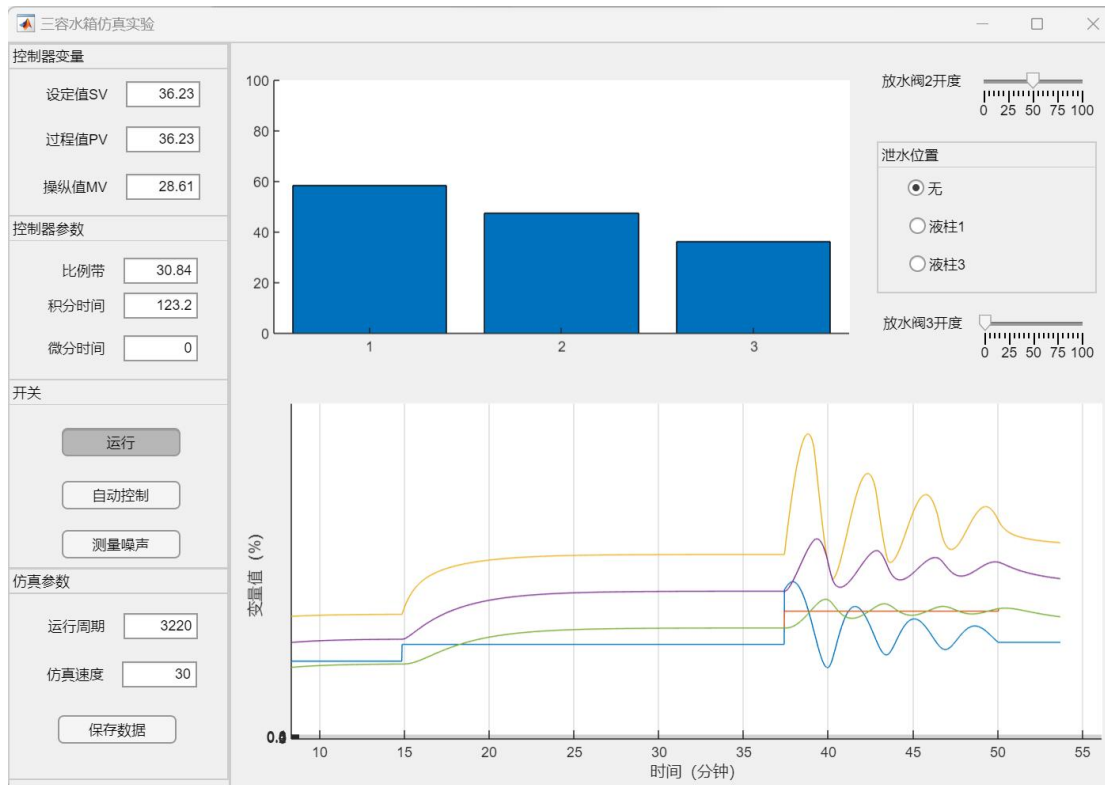
$$T = 4.77min$$

$$\tau = 0.622min$$

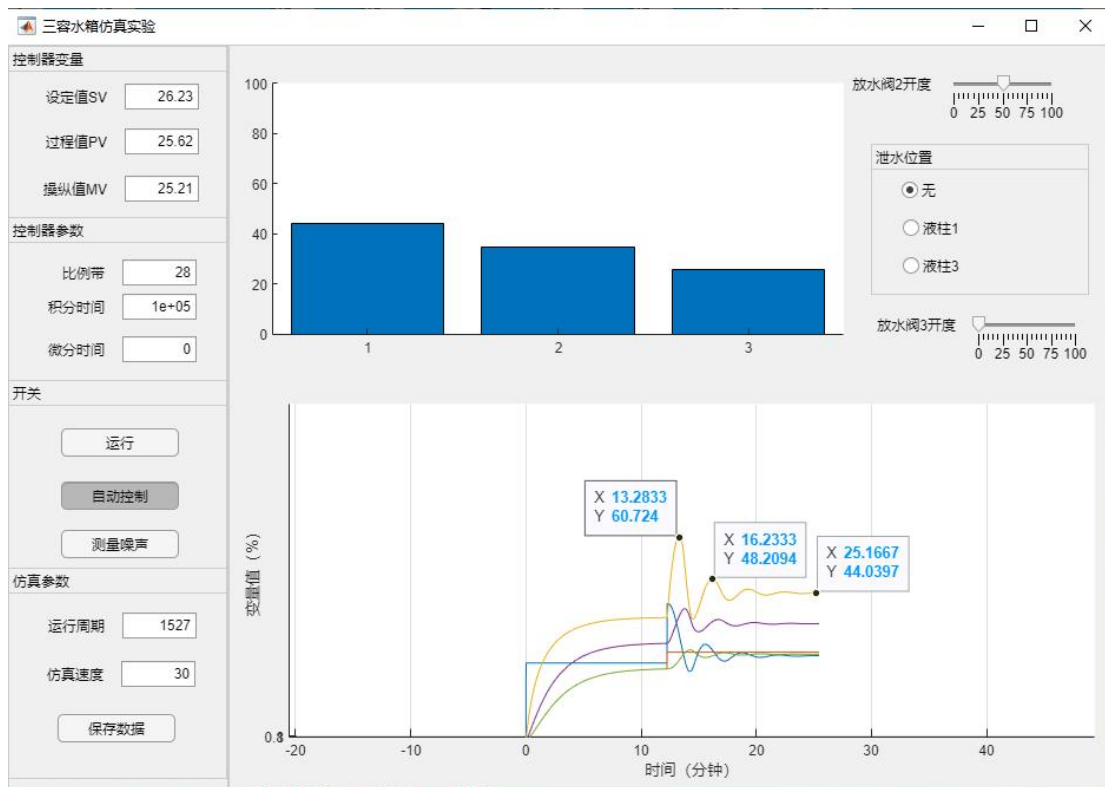
根据动态特性参数法，计算得到控制器的参数如下表所示：

控制规律	δ (%)	T_i (s)	T_d (s)
P	28.04	/	/
PI	30.84	123.2	/
PID	23.83	74.67	18.67

将动态特性参数法求得的 PI 参数置于控制器，得到控制曲线如下图所示。



2.2 衰减曲线法

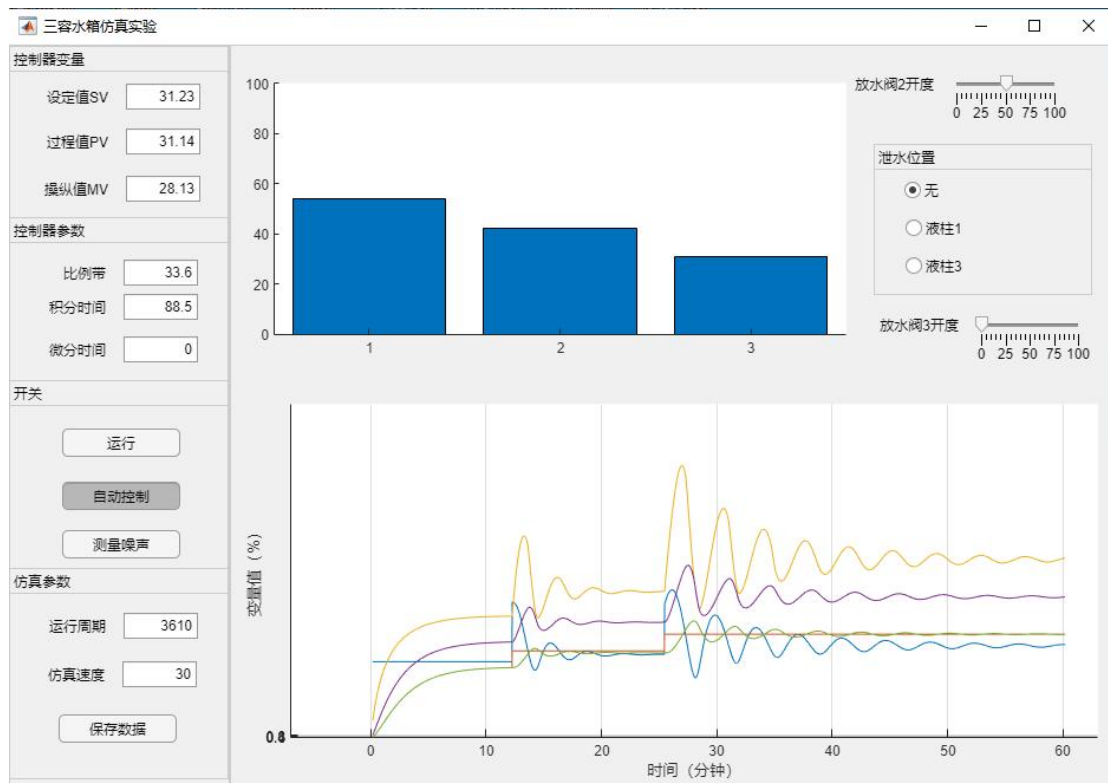


由图可知, $(60.72 - 44.04)/(48.21 - 44.04) = 4.00$, 控制过程的衰减率 $\psi \approx 75\%$, 此时比例带为 $\delta_S = 28\%$, 控制周期 $T_S = 2.95\text{min}$ 。

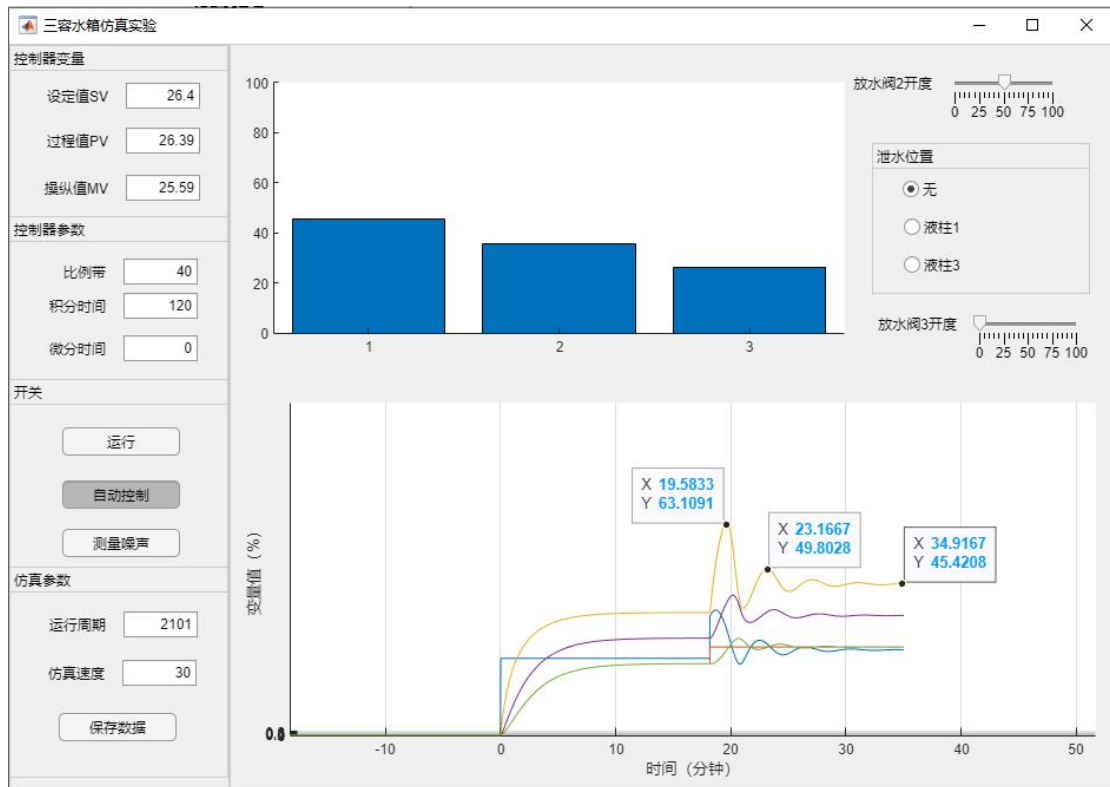
根据衰减曲线法，计算出控制器整定参数如下表所示：

控制规律	$\delta(\%)$	$T_i(s)$	$T_d(s)$
P	28	/	/
PI	33.6	88.5	/
PID	22.4	53.1	17.7

将衰减曲线法求得的 PI 参数置于控制器，得到控制曲线如下图所示。



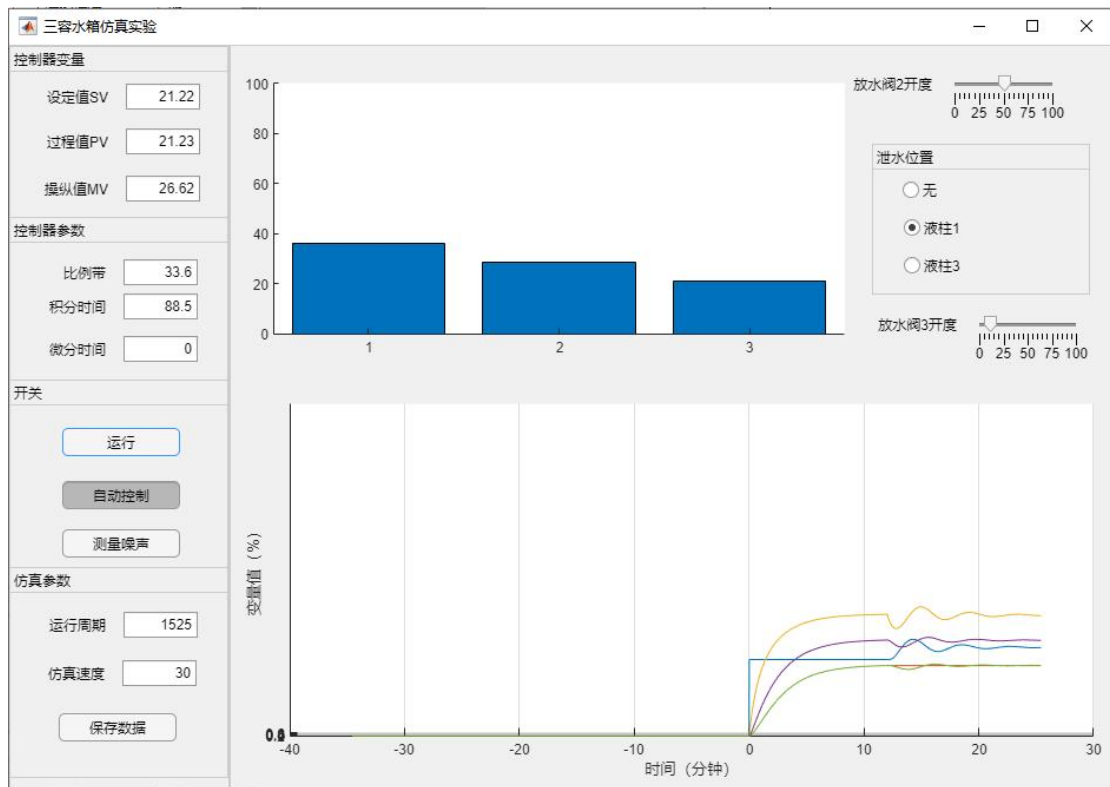
2.3 求取最佳控制过程



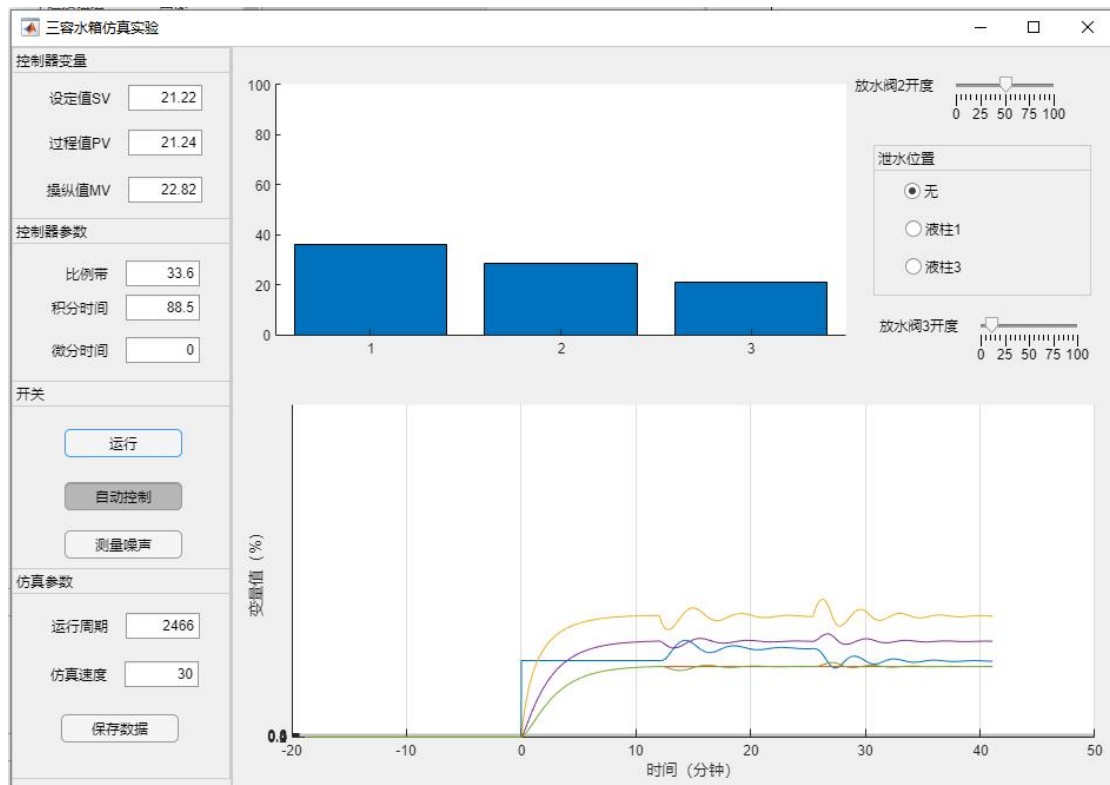
由图可知， $(63.11 - 45.42)/(49.80 - 45.42) = 4.04 \approx 4:1$ ，控制过程的衰减率 $\psi \approx 75\%$ ，此时比例带为 $\delta_0 = 40\%$ ，积分时间 $T_{i0} = 120s$ 。

2.4 变换扰动位置

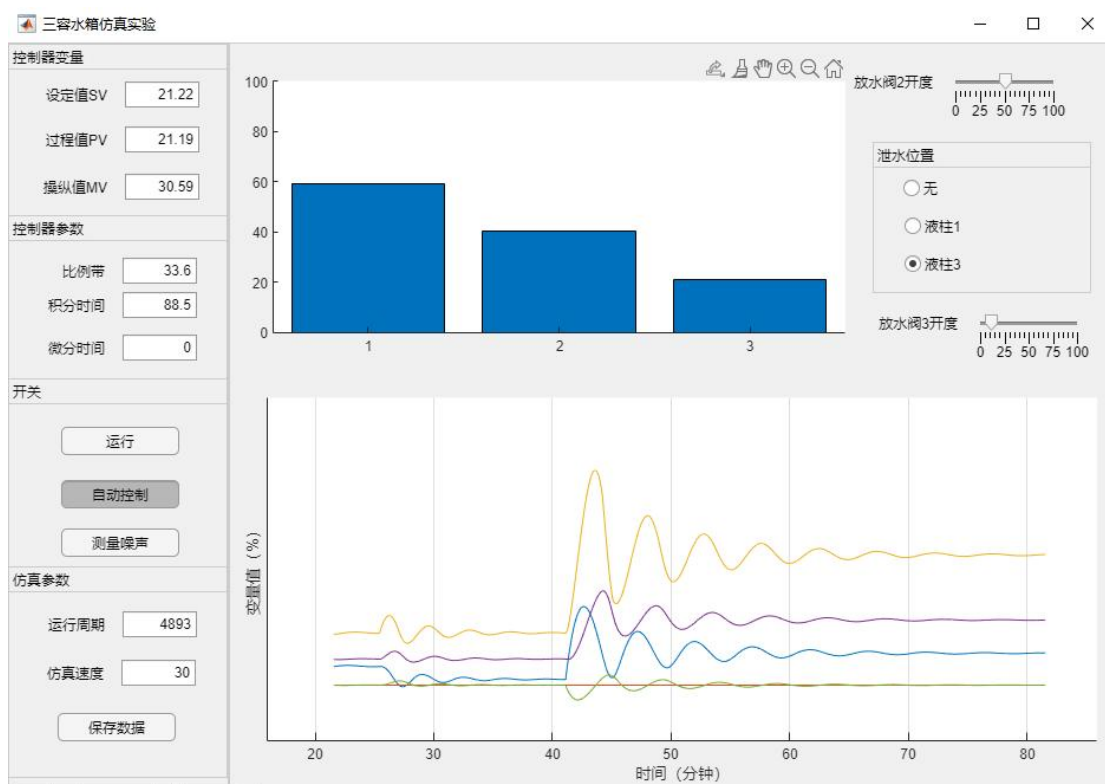
泄水位置从“无”变为“液柱 1”，为第 1 水柱加扰动，记录控制过程曲线如下所示。



泄水位置从“液柱 1”变为“无”，等待重新稳定后，此过程曲线如下所示。



泄水位置从“无”变为“液柱 3”，为第 3 水柱加扰动，记录控制过程曲线如下所示。



2.5 实验结果分析

(1) 用 2.1 与 2.2 比较两种工程整定法使用的方便程度和准确程度

方便程度：动态参数整定法使用更方便，因为其只需要利用扰动前的飞升曲线求得对象的特征参数，用经验公式计算 PID 参数即可；而衰减曲线法需要多次调整比例控制参数使得飞升曲线获得合适的衰减比，才能进一步计算参数，因此较为麻烦。

准确程度：衰减曲线法准确性更好，因为衰减曲线法是经过实际的 P 参数调节获得的基础数据，而动态参数整定法是作图获得飞升曲线的动态参数，误差较大，所以衰减曲线法更准确。

(2) 用 2.4 与 2.5 比较不同位置扰动对控制过程动态品质指标的影响规律

稳定性：第 1 水柱扰动后控制系统稳定性更好；

精确性：第 1 或第 3 水柱扰动后控制器精确性都比较好；

快速性：第 1 水柱扰动后调整时间更小，振荡频率大。