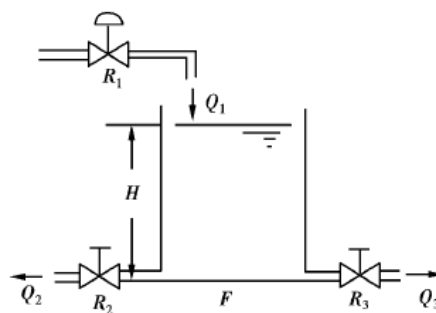


9.2 如题图 11-1 所示水槽，输入量为 Q_1 ，流出量为 Q_2 、 Q_3 ，液位 h 为被控参数， C 为容量系数，并设 R_1 、 R_2 、 R_3 均为线性液阻。要求：

(1) 列写过程的微分方程；

(2) 画出过程的方框图；

(3) 求过程的传递函数 $G_o(s) = H(s)/Q_1(s)$ 。



题图 11-1 水槽

解：(1) 微分方程：

$$\Delta Q_1 - \Delta Q_2 - \Delta Q_3 = C \frac{d\Delta h}{dt}$$

$$\Delta Q_2 = \frac{\Delta h}{R_2}$$

$$\Delta Q_3 = \frac{\Delta h}{R_3}$$

$$\Delta Q_1 - \frac{\Delta h}{R_2} - \frac{\Delta h}{R_3} = C \frac{d\Delta h}{dt}$$

(2) 传递函数：

$$\Delta Q_1 - \frac{\Delta h}{R_2} - \frac{\Delta h}{R_3} = C \frac{d\Delta h}{dt}$$

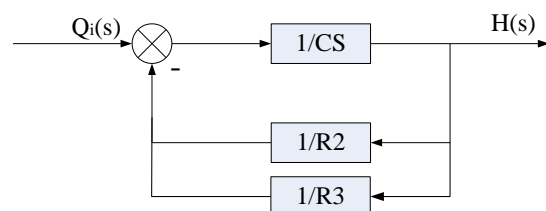
$$Q_1(s) - \frac{H(s)}{R_2} - \frac{H(s)}{R_3} = CS H(s)$$

$$H(s)/Q_1(s) = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + CS}$$

(2) 方框图：

$$Q_1(s) - \frac{H(s)}{R_2} - \frac{H(s)}{R_3} = CS H(s)$$

$$\frac{1}{CS} (Q_1(s) - \frac{H(s)}{R_2} - \frac{H(s)}{R_3}) = H(s)$$

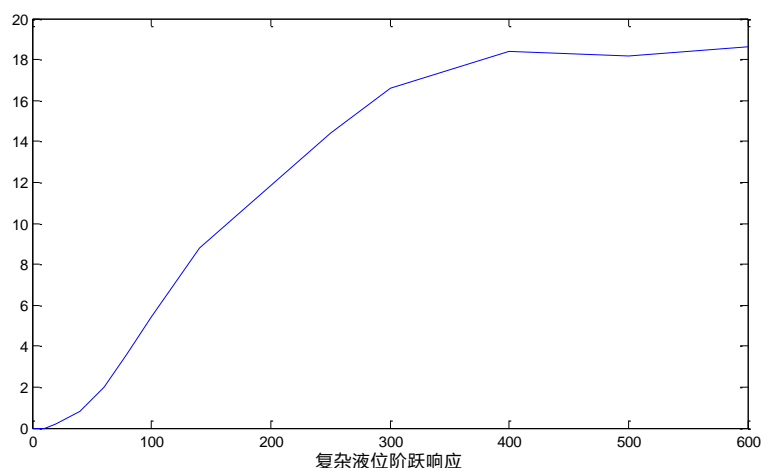


9.3 有一复杂液位对象，其液位阶跃响应实验结果为：

t/s	0	10	20	40	60	80	100	140	180	250	300	400	500	600
h/cm	0	0	0.2	0.8	2.0	3.6	5.4	8.8	10.8	14.4	16.6	18.4	18.2	18.6

- (1) 画出液位的阶跃响应曲线；
- (2) 若该对象用带纯时延的一阶惯性近似，试用作图法确定纯时延时间 τ 和时间常数 T 。
- (3) 定出该对象增益 K 和响应速度 ε 。设阶跃扰动量 $\Delta \mu = 20\%$ 。

解：(1) 阶跃响应曲线如图：



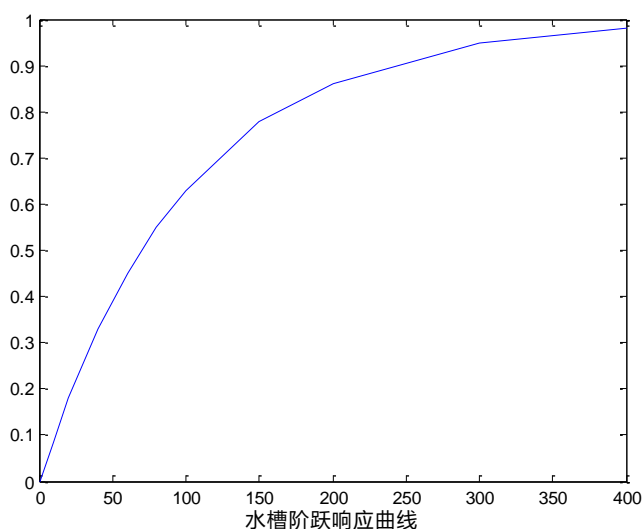
- (2) 延迟时间 τ 大概为：60s 左右， T 大概为 160s 左右，
- (3) 阶跃响应 K 大概为：92cm 左右

9.6 某水槽水位阶跃响应实验为：

t/s	0	10	20	40	60	80	100	150	200	300	400
h/mm	0	8.5	18	33	45	55	63	78	86	95	98

其中阶跃扰动量 $\Delta \mu = 20\%$ 。

- (1) 画出水位的阶跃响应曲线；
- (2) 若该水位对象用一阶惯性环节近似，试确定其增益 K 和时间常数 T 。



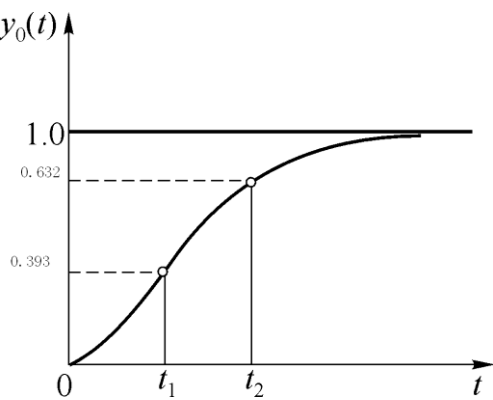
一、作图法：

$K=\Delta h\left(\infty\right) / \Delta x=500$

时间常数 $T=60$ 左右

二、两点法：

先将纵坐标转换成无量纲的形式：



$$T=\frac{t_2-t_1}{\ln [1-y_0\left(t_1\right)]-\ln [1-y_0\left(t_2\right)]}$$
$$\tau=\frac{t_2 \ln [1-y_0\left(t_1\right)]-t_1 \ln [1-y_0\left(t_2\right)]}{\ln [1-y_0\left(t_1\right)]-\ln [1-y_0\left(t_2\right)]}$$

9.8 某温度对象矩形脉冲响应实验为：

t/min	1	3	4	5	8	10	15	165	20	25	30	40	50	60	70	80
T/℃	046	17	37	80	180	264	36	375	335	272	21	114	5.1	28	1.1	05

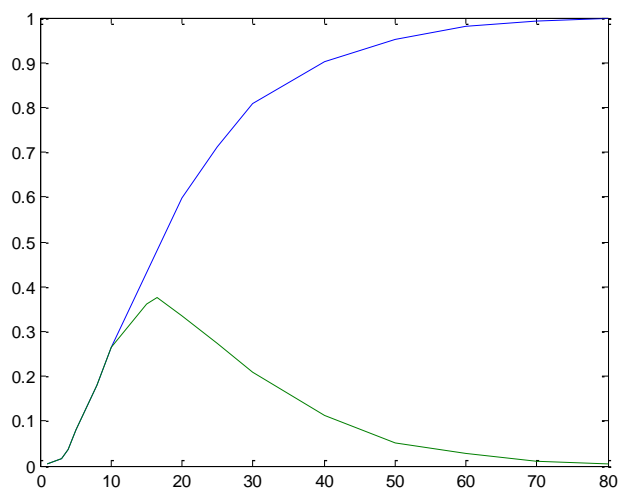
矩形脉冲幅值为 2t/h，脉冲宽度Δt 为 10min。

- (1) 试将该矩形脉冲响应曲线转换为阶跃响应曲线；
(2) 用二阶惯性环节写出该温度对象传递函数。

解：(1) 阶跃响应曲线：

$y_s(t)=y_p(t)+y_s(t-t_0)$

t/min	1	3	4	5	8	10	15	165	20	25	30	40	50	60	70	80
y _p T/℃	046	17	37	80	180	264	36	375	335	272	21	114	5.1	28	1.1	05
t/min	1	3	4	5	8	10	20	25	30	40	50	60	70	80		
y _s T/℃	046	17	37	80	180	264	599	712	809	903	952	982	993	998		



$$(2) \quad G(s) = \frac{K}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)} e^{-\tau s}$$

$$G(s) = \frac{K}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}, T_1 \geq T_2$$

$$\frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t_1}{T_1}} - \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t_1}{T_2}} = 0.6$$

$$\frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t_2}{T_1}} - \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t_2}{T_2}} = 0.2$$

$$T_1 + T_2 \approx \frac{1}{2.16} (t_1 + t_2)$$

$$\frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2} \approx (1.74 \frac{t_1}{t_2} - 0.55)$$

计算出 $T_1=19.96$

$T_2=0.26$

$K=99.8/2=49.9^{\circ}\text{C}/\text{t/h}$