

homework 4

刘若冰 202011126

1.5.11

$$F \frac{dH}{dt} + \frac{H}{R_2} + \frac{H}{R_3} = Q_1$$

2.1

$$G(s) = \frac{1}{Fs + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

$$= \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{\frac{R_2 R_3 F s}{R_2 + R_3} + 1}$$

$$K = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$T = \frac{F R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$



1.7

$$Q_A C (\delta T_A - \delta T) \delta t + Q_B C (\delta T_B - \delta T) \delta t + \lambda \delta D \delta t = C V \delta T$$

$$C V \rho \frac{dT}{dt} + (Q_A + Q_B) C \delta T = Q_A C \delta T_A + Q_B C \delta T_B + \lambda \delta D$$

$$\text{令 } \delta T = y \quad \delta D = u \quad \delta T_B = d$$

$$\text{由于 } \delta T_A = 0$$

$$\text{动态方程为 } \frac{VP}{Q_A + Q_B} \frac{dy}{dt} + y = \frac{\lambda u}{(Q_A + Q_B)C} + \frac{Q_B}{Q_A + Q_B} d$$

$$5 \frac{dy}{dt} + y = 5.4u + 0.8d$$

$$\text{控制通道 } G(s) = \frac{5.4}{5s + 1}$$

$$\text{扰动通道 } G(s) = \frac{0.8}{5s + 1}$$



1.9

$$0.02 = \frac{\Delta H}{R}$$

$$\Rightarrow R = 0.02 \text{ s/cm}^2$$

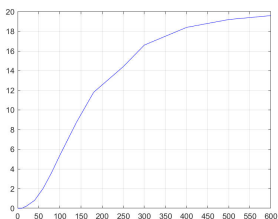
$$T = FR = 100 \text{ s}$$

1.10

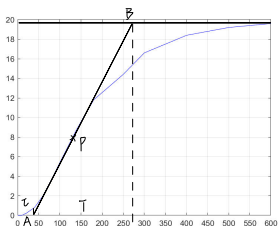
$$F \frac{dH}{dt} + \frac{H}{R} = k_u u$$

$$K = k_u R = 100 \text{ cm}$$

1.11 a)



b)



在图中找到曲线拐点P, 在P处作切线
由切线与y轴及渐近线交点A、B

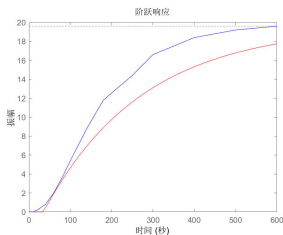
可测得 $T = 35 \text{ s}$ $T = 24 \text{ s}$

c)

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{19.6 - 0}{20\%} = 98 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \frac{k}{T} = 0.408 \text{ mm/s}$$

仿真验证: $G(s) = \frac{98}{240s + 1} \cdot e^{-35s}$



由图可知, 由传递函数得到的阶跃响应
曲线在前期与给出的数据拟合较好,
在后期偏差较大, 这可能是由于所给数
据没有很好地体现 $y(\infty)$ 导致的。

1.12

阶跃响应归一化后：

$$y^*(t) = \frac{y(t)}{y(\infty)}$$

$$\text{取 } y^*(t_1) = 0.4 \quad y^*(t_2) = 0.8$$

$$t_1 = 23 \text{ s}$$

$$t_2 = 43.5 \text{ s}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = 0.53 > 0.46$$

$$\text{设 } G(s) = \frac{k}{(Ts+1)^n}$$

$$k = \frac{\Delta\theta}{\Delta\theta} = 2$$

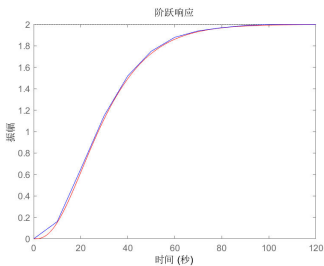
$$\text{查表得 } n = 3$$

$$nT \cong \frac{t_1 + t_2}{2.16}$$

$$\Rightarrow T = 10.26 \text{ s}$$

$$G(s) = \frac{2}{(10.26s+1)^3}$$

验证结果如下



由图可知，拟合效果较好

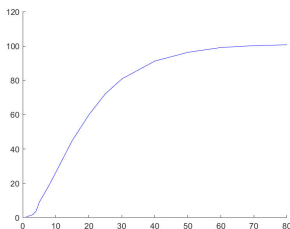
$$1.3 \text{ 4) } u(t) = u_1(t) - u_1(t-\Delta t)$$

$$y(t) = y_1(t) - y_1(t-10)$$

$$y_1(t) = y(t) + y_1(t-10)$$

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-----|-----|-----|------|------|----|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| t/min | 1 | 3 | 4 | 5 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| $\theta/^\circ\text{C}$ | 0.46 | 1.7 | 3.7 | 9.0 | 19.0 | 26.4 | 45 | 59.9 | 72.2 | 80.9 | 91.3 | 96.4 | 99.2 | 100.3 | 100.8 |

阶跃响应曲线如下:



$$(2) \text{ 设 } G(s) = \frac{K}{(T_1s+1)(T_2s+1)}$$

$$K = \frac{100.8}{2} = 50.4$$

阶跃响应归一化后:

$$y^*(t) = \frac{y(t)}{y(\infty)}$$

$$\text{取 } y^*(t_1) = 0.4 \quad y^*(t_2) = 0.8$$

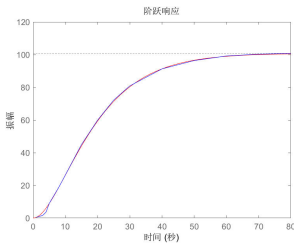
$$t_1 = 13.5 \text{ min} \quad t_2 = 30 \text{ min}$$

$$\begin{cases} T_1 + T_2 \cong \frac{1}{2.16} (t_1 + t_2) \\ \frac{T_1 T_2}{(T_1 + T_2)^2} \cong \left(1.74 \frac{t_1}{t_2} - 0.55 \right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1 = 12.7 \text{ s} \\ T_2 = 7.44 \text{ s} \end{cases}$$

$$G(s) = \frac{50.4}{(12.7s+1)(7.44s+1)}$$

仿真验证如下：



由图可知，由传递函数得到的阶跃曲线(红色)，与根据实验数据画出的曲线(蓝色)十分接近，拟合效果好。

阅读材料思考题：

1. 利用强化学习生成非线性反馈控制器

2. 依据等离子体与外部导体的耦合动力学平衡原理

用电阻率为已知定值的电路模型进行描述，并对互感进行解析计算。假设等离子体处于环向对称平衡力平衡状态，等离子体电流密度与磁场相互作用产生的洛伦兹力与等离子体压力梯度平衡。等离子体径向建模为多项式，系数为电流及两个自由参数。规范化等离子体压力和等离子体轴。

仿真模型用于学习控制策略。