

# 复习总结

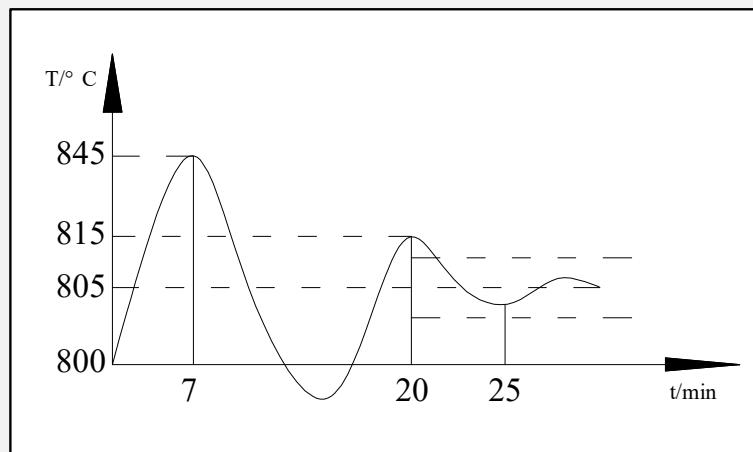
## 例题分析

➤ 某化学反应器工艺操作规定温度为  $(800 \pm 10^\circ\text{C})$ 。为确保生产安全，控制中温度最高不得超过  $850^\circ\text{C}$ 。现运行的控制系统，在最大阶跃扰动下的过渡过程曲线如图所示。

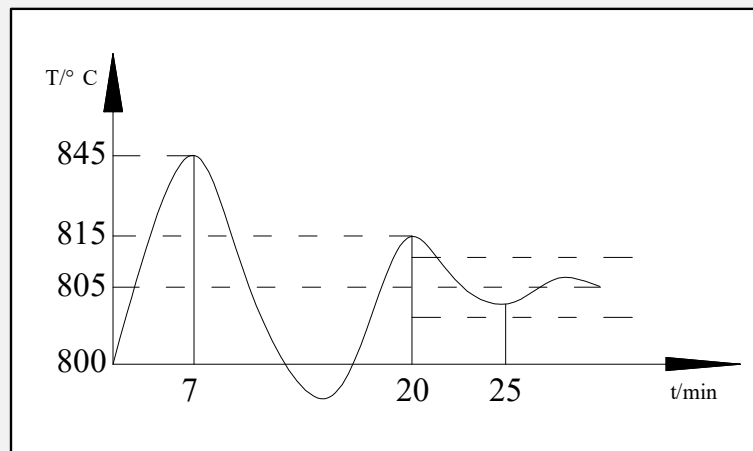
(1) 分别求出最大偏差、余差、衰减比、过渡时间（温度进入  $\pm 2\%$  新稳定值即视为系统已稳定）和振荡周期。

(2) 说明此温度控制系统是否满足工艺要求，若降低稳态温度该如何操作。

(3) 若采用K型热电偶测试，测温范围在  $300\text{--}1000^\circ\text{C}$ ，将温度信号转换为标准电流信号给调节器，则在  $845$  和  $805$  摄氏度的时候对应多大电流信号？



# 复习总结



最大偏差;  $845-805=40<50$

余差:  $805-800=5<10$

衰减比:  $(845-805)/(815-805)=4$

过渡时间: 25min

振荡周期:  $20-7=13\text{min}$

(2) 说明此温度控制系统是否满足工艺要求, 若降低稳态温度该如何操作。

满足工艺要求, 使用PI或PID, 可先切换成手动, 待稳定后再切换到自动

(3) 若采用K型热电偶测试, 测温范围在300-1000°C, 将温度信号转换为标准电流信号给调节器, 则在845和805摄氏度的时候对应多大电流信号?

选择4~20mA电流为标准信号的变送器, 分别对应16.9mA和16.1mA



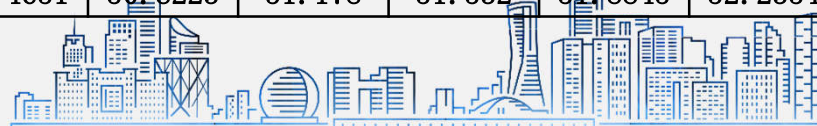
# 复习总结

## 例题分析

- 用镍铬-镍硅热电偶测温，冷端 $T_n=20^{\circ}\text{C}$ ， $E_{AB}(T, T_n)=40.347\text{mV}$ ，求被测对象的实际温度（分度表见下表）。另外，将该热电偶做成精度为1级的测温仪表，测量范围在0-1300 $^{\circ}\text{C}$ ，那么被测对象的实际温度范围是多少？

**K分度号表**(温度单位： $^{\circ}\text{C}$ 、电压单位： $\text{mV}$ 、参考温度点： $0^{\circ}\text{C}$ )

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.1979	0.597	1.0002	1.4071	1.8171	2.2296	2.6437	3.0589	3.4743	3.8892
100	4.3029	4.7147	5.1244	5.5317	5.9367	6.3395	6.7406	7.1404	7.5396	7.9387
200	8.3384	8.7391	9.1411	9.5447	9.95	10.3571	10.7659	11.1763	11.5882	12.0015
300	12.4159	12.8315	13.248	13.6654	14.0837	14.5028	14.9226	15.3431	15.7642	16.186
400	16.6084	17.0314	17.4549	17.8789	18.3034	18.7283	19.1536	19.5792	20.0051	20.4312
500	20.8574	21.2838	21.7103	22.1368	22.5632	22.9896	23.4158	23.8418	24.2675	24.6929
600	25.1179	25.5426	25.9668	26.3904	26.8135	27.236	27.6579	28.0791	28.4996	28.9194
700	29.3384	29.7565	30.1739	30.5904	31.006	31.4207	31.8345	32.2474	32.6593	33.0703
800	33.4803	33.8893	34.2973	34.7044	35.1104	35.5155	35.9196	36.3226	36.7247	37.1258
900	37.5258	37.9249	38.3229	38.7199	39.1159	39.5109	39.9049	40.2978	40.6897	41.0806
1000	41.4704	41.8591	42.2468	42.6334	43.0189	43.4033	43.7866	44.1687	44.5496	44.9293
1100	45.3078	45.6851	46.0611	46.4359	46.8093	47.1813	47.552	47.9213	48.2892	48.6556
1200	49.0205	49.384	49.7459	50.1062	50.4651	50.8223	51.178	51.532	51.8845	52.2354



# 复习总结

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.1979	0.597	1.0002	1.4071	1.8171	2.2296	2.6437	3.0589	3.4743	3.8892
100	4.3029	4.7147	5.1244	5.5317	5.9367	6.3395	6.7406	7.1404	7.5396	7.9387
200	8.3384	8.7391	9.1411	9.5447	9.95	10.3571	10.7659	11.1763	11.5882	12.0015
300	12.4159	12.8315	13.248	13.6654	14.0837	14.5028	14.9226	15.3431	15.7642	16.186
400	16.6084	17.0314	17.4549	17.8789	18.3034	18.7283	19.1536	19.5792	20.0051	20.4312
500	20.8574	21.2838	21.7103	22.1368	22.5632	22.9896	23.4158	23.8418	24.2675	24.6929
600	25.1179	25.5426	25.9668	26.3904	26.8135	27.236	27.6579	28.0791	28.4996	28.9194
700	29.3384	29.7565	30.1739	30.5904	31.006	31.4207	31.8345	32.2474	32.6593	33.0703
800	33.4803	33.8893	34.2973	34.7044	35.1104	35.5155	35.9196	36.3226	36.7247	37.1258
900	37.5258	37.9249	38.3229	38.7199	39.1159	39.5109	39.9049	40.2978	40.6897	41.0806
1000	41.4704	41.8591	42.2468	42.6334	43.0189	43.4033	43.7866	44.1687	44.5496	44.9293
1100	45.3078	45.6851	46.0611	46.4359	46.8093	47.1813	47.552	47.9213	48.2892	48.6556
1200	49.0205	49.384	49.7459	50.1062	50.4651	50.8223	51.178	51.532	51.8845	52.2354

根据热电偶的热电势原理有  $E_{AB}(T, T_n) = e_{AB}(T) - e_{AB}(T_n)$

$$e_{AB}(T) = E_{AB}(T, T_n) + e_{AB}(T_n) = 40.347 + 0.597 = 40.944mV$$

插值法  $40.6897mV(900^\circ C) < 40.944mV < 41.0806mV(1000^\circ C)$

$$\text{温度: } 990 + (40.944 - 40.6897) / \left( \frac{41.0806 - 40.6897}{10} \right) \approx 997 \quad 997 \pm 13^\circ C$$





# 复习总结

## 例题分析

- 一台自动平衡式温度计精度等级为0.5级，测量范围为0~500℃，经校验最大绝对误差为4℃，问该表是否合格？应定为几级？另外对该温度计进行正反行程进行测量，得到其正反行程温度结果如下表，求它的变差是多少？

正行程	1.00	100.75	200.25	300.00	399.75	500.00
反行程	1.50	101.00	201.00	300.50	400.25	500.00

答：  $4/(500-0)*100=0.8$   
 $0.8>0.5$  该表不合格  
应该定为1级。

变差：
$$h = \frac{(x_{\text{正}} - x_{\text{反}})_{\text{max}}}{L} \times 100\%$$

$$h = \frac{0.75}{500} \times 100\% = 0.15$$



# 复习总结

## 例题分析

- 用一个用水标定的转子流量计来测量苯的流量，流量计的读数为38 m<sup>3</sup>/h，已知转子密度为6920 kg/m<sup>3</sup>的不锈钢，苯的密度为0.831 kg/L，1) 求苯的实际流量是多少？（注：液体流量的修正方程为

$$\frac{Q_N}{Q_Y} = \sqrt{\frac{(\rho_z - \rho_s)\rho_y}{(\rho_z - \rho_y)\rho_s}} = k_Q$$

$$\rho_z = 6920 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_y = 831 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Q_N = 38 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\frac{38}{Q_Y} = \sqrt{\frac{(6920 - 1000)831}{(6920 - 831)1000}}$$
$$Q_Y = 42.27 \text{ m}^3 / \text{h}$$

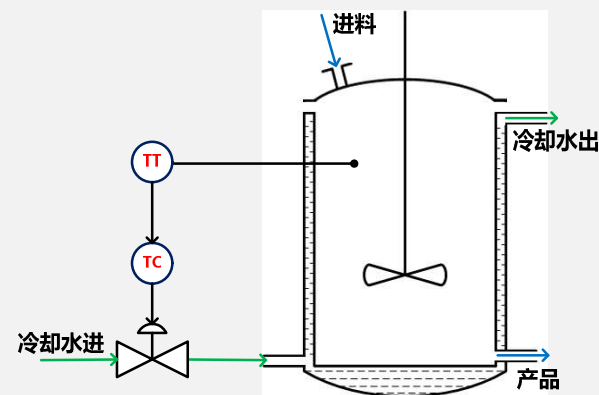
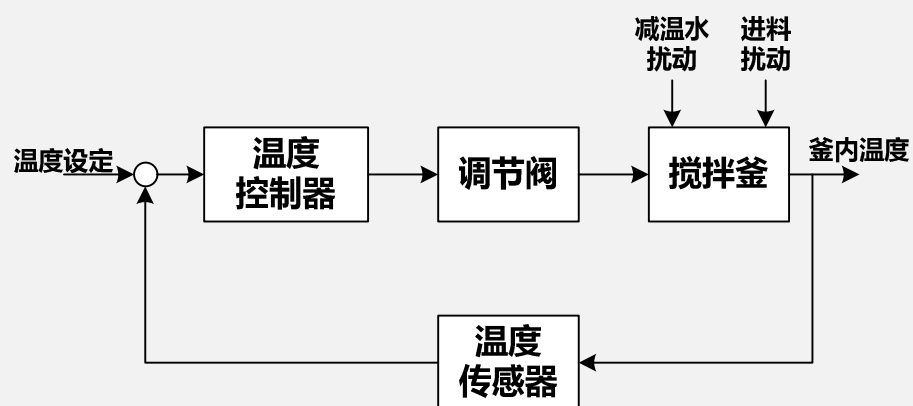


# 复习总结

## 例题分析

- 右图为某反应釜系统示意图，两种或多种化工原料由进料口送进反应釜进行搅拌并在其中发生放热化学反应，最终生成某种化工产品。为保证产品的质量和设备安全，需要通过冷却水从反应釜外壁对其降温，以维持反应釜内温度在某一设定值。根据上述工艺试完成以下题目：

1) 试绘制反应釜温度控制系统的框图，并标明系统中的控制器、被控对象、传感器、执行器和扰动。



# 复习总结

## 例题分析

- 右图为某反应釜系统示意图，两种或多种化工原料由进料口送进反应釜进行搅拌并在其中发生放热化学反应，最终生成某种化工产品。为保证产品的质量和设备安全，需要通过冷却水从反应釜外壁对其降温，以维持反应釜内温度在某一设定值。根据上述工艺试完成以下题目：

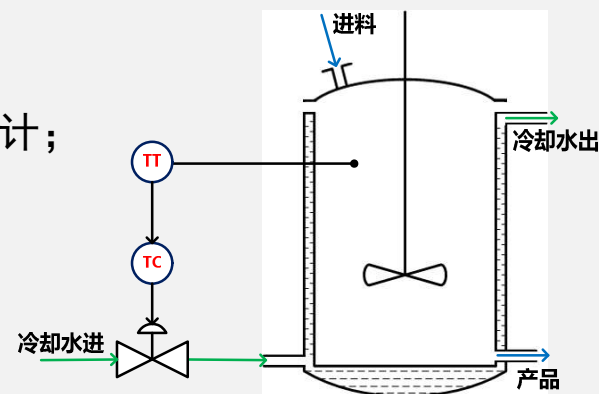
2) 假设反应釜内温度范围为100-300摄氏度，要求测量误差在 $\pm 10$ 摄氏度以内；冷却水流量范围为 $0-5 \text{ m}^3 / \text{s}$ ，要求测量误差为 $\pm 0.2 \text{ m}^3 / \text{s}$  以内，你认为应采用什么样的测温和测流量方式？相应的仪表精度等级如何选择？

温度测量方式：由于温度较高，可采用热电偶进行测温；

流量测量方式：由于流量较大可采用涡街流量计或者电磁流量计；

温度仪表等级： $\pm 10 / (300 - 100) = \pm 5\%$  因此精度要高于5级；

流量仪表等级： $\pm 0.2 / (5 - 0) = \pm 4\%$  因此精度等级要高于4级。





# 复习总结

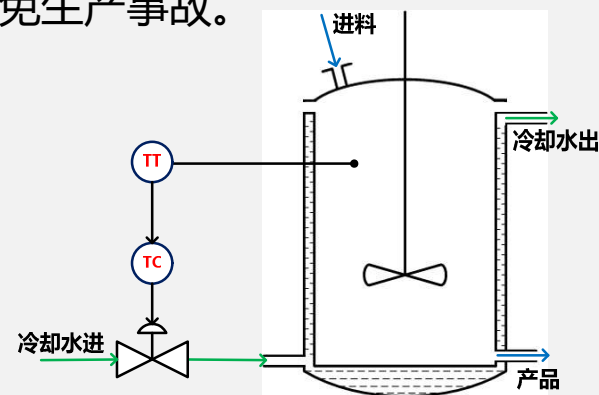
## 例题分析

- 右图为某反应釜系统示意图，两种或多种化工原料由进料口送进反应釜进行搅拌并在其中发生放热化学反应，最终生成某种化工产品。为保证产品的质量和设备安全，需要通过冷却水从反应釜外壁对其降温，以维持反应釜内温度在某一设定值。根据上述工艺试完成以下题目：

3) 假设冷却水控制阀为气动类型，为避免反应釜内温度过高，该控制阀应选用气开还是气关类型？为什么？

答：气关型。

在气源出现故障时可减温阀全开，保证釜内温度不会超温，避免生产事故。



# 复习总结

## 例题分析

- 为了控制某管道的流量，需要安装一个合适的调节阀，因流量变化范围较大，为了取得较好的控制效果，决定采用等百分比调节阀，请问等百分比调节阀的流量特性是什么（请参考下表用方程形式描述）？现选择流量DN250的阀门，在最大流量状态下测量其阀门前压力为8bar，阀门后压力为5.5bar，流体的相对密度r为0.72，已知此时体积流量为1300m<sup>3</sup>/h，阀门的Cv值为950，请问此时流体的流量系数是多少？该调节阀实际应用会不会有问题，应该如何解决？

相对开度(%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
相对流量(%)	4.67	6.58	9.26	13	18.3	25.6	36.2	50.8	71.2	100

等百分比调节特性也叫对数调节特性，是指阀门流量增加相对量与行程相对增加量比值是一定值

$$\frac{\Delta q}{\Delta l} = k * q \quad \frac{d\left(\frac{q}{q_{\max}}\right)}{d\left(\frac{l}{l_{\max}}\right)} = k \left(\frac{q}{q_{\max}}\right)$$



# 复习总结

## 例题分析

- 为了控制某管道的流量，需要安装一个合适的调节阀，因流量变化范围较大，为了取得较好的控制效果，决定采用等百分比调节阀，请问等百分比调节阀的流量特性是什么（请参考下表用方程形式描述）？现选择流量DN250的阀门，在最大流量状态下测量其阀门前压力为8bar，阀门后压力为5.5bar，流体的相对密度r为0.72，已知此时体积流量为1300m<sup>3</sup>/h，阀门的Cv值为950，请问此时流体的流量系数是多少？该调节阀门实际应用会不会有问题，应该如何解决？

相对开度(%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
相对流量(%)	4.67	6.58	9.26	13	18.3	25.6	36.2	50.8	71.2	100

$$\text{流量系数 } Q = C \sqrt{\frac{10\Delta P}{\rho}} \quad Q / \sqrt{\frac{10\Delta P}{\rho}} = C \quad \begin{matrix} Q(\text{m}^3/\text{h}), \Delta P(\text{kPa}), \rho(\text{kg}/\text{m}^3) \\ 697.65 \text{ m}^3/\text{h} \end{matrix}$$

$$\text{相对流量} \quad 697.65/950=0.73 \quad \text{相对开度} > 90\%$$

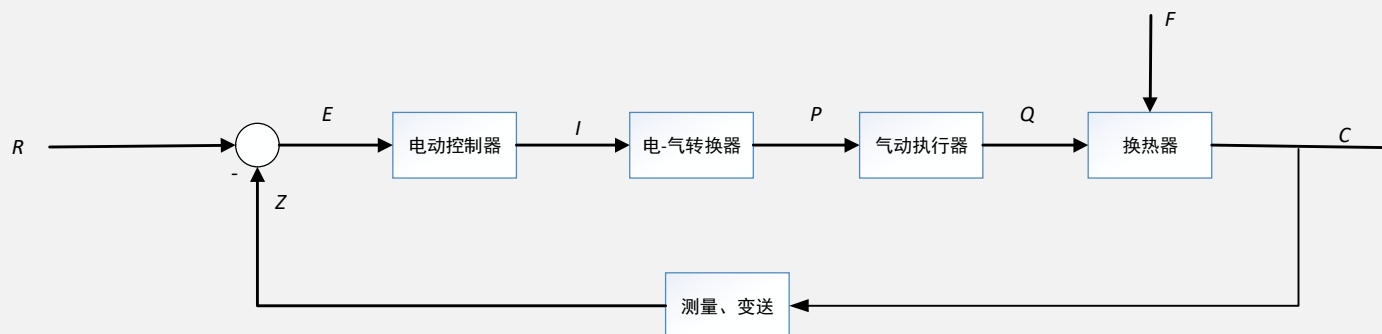
选择阀门流量系数更大的阀门



# 复习总结

## 例题分析

- 某换热器的温度控制器系统方块图如图所示。系统的被控变量为出口的物料温度，要求保持在 $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，操纵变量为加热蒸汽的流量。采用的控制仪表为DDZ—III电动单元组合式仪表，电流信号均为标准信号，已知测温元件为热电偶，范围为 $0\text{--}600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，请说明图中REQCF代表的专业术语内容，以及图中Z、I、P所代表的信号范围。当系统达到稳态时候，Z、I、P和R所代表的信号各为多少？





# 复习总结

## 例题分析

- 某换热器的温度控制器系统方块图如图所示。系统的被控变量为出口的物料温度，要求保持在400 °C，操纵变量为加热蒸汽的流量。采用的控制仪表为DDZ—Ⅲ电动单元组合式仪表，电流信号均为标准信号，已知测温元件为热电偶，范围为0-600°C，请说明图中REQCF代表的专业术语内容，以及图中Z、I、P所代表的信号范围。当系统达到稳态时候，Z、I、P和R所代表的信号各为多少？

当系统达到稳态时候，被控温度为400°C， $(400-0)/(600-0)=(x-4)/(20-4)$ ；则对应的标准电流信号为：14.67mA。由 $10.67/(20-4)=(y-20)/(100-20)$  得到 $y=73.3$ ；由此得到Z、I、P、R所代表的信号各为：14.67mA， 14.67mA， 73.3kPa， 14.67mA。

